

2. Sofort nach eingetretener Verletzung lässt sich eine bedeutende Steigerung der Respirationsquotienten wahrnehmen; in den ersten Momenten (vergleiche ganz besonders den 7. Versuch) wird eine grosse Menge von  $\text{CO}_2$  ohne entsprechende Sauerstoffabsorption ausgeschieden. Diese Erscheinung war schon von RICHARDS beobachtet worden und wurde von ihm vollkommen richtig als eine schnelle Absonderung der durch Vergrösserung der freien Oberfläche in den Geweben angesammelten Kohlensäure bezeichnet; mithin ist es eine Erscheinung rein physischen und nicht physiologischen Charakters.

Diese Kohlensäureausscheidung hört ziemlich bald auf, und zu ihrem schnelleren Nachweise ist es geboten, die ersten Bestimmungen in verhältnismässig kurzen Zeitintervallen vorzunehmen. Im entgegengesetzten Falle wird es durch ein successives Fallen des Respirationsquotienten maskiert.

3. Darnach fällt der Respirationsquotient rapid, bisweilen bis auf 0,5, wobei sein Minimum auf verschiedene Zeit fällt; immer aber geht er dem Maximum der Atmungsenergie voraus. Dieses Maximum tritt am zweiten oder dritten Tage ein.

4. Mit der Heilung der Wundfläche kehrt der Respirationsquotient allmählich zu seiner früheren Höhe zurück (vergleiche besonders den 11. Versuch).

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Laboratorium der Universität.

---

## 35. S. Ikeno: Über die Sporenbildung und systematische Stellung von *Monascus purpureus* Went.

Mit Tafel XIII und einer Figur im Text.

Eingegangen am 7. Mai 1903.

---

In einem neueren Heft der „Annals of Botany“<sup>1)</sup> hat B. T. P. BARKER eine sehr ausführliche und zugleich hochinteressante Abhandlung über die Peritheciientwicklung und Sporenbildung des „Samsu“-Pilzes veröffentlicht, welchen D. T. GWYNNE-VAUGHAN von der Malayischen Halbinsel mitgebracht hat. BARKER stellte diesen Pilz in die Gattung

---

1) The Morphology and Development of the Ascocarp in *Monascus*. Annals of Botany, Vol. XVII, 1903, p. 167.

*Monascus*, welche zuerst von VAN TIEGHEM aufgestellt und nach dem damaligen Zustand der Pilzforschung zu den Ascomyceten gerechnet wurde<sup>1)</sup>). Im Lichte seiner Ergebnisse stellte der Autor einige Angaben WENT's<sup>2)</sup> resp. UYEDA's<sup>3)</sup> über die Entwicklungsgeschichte des „Âng-Quac“- und „Benikoji“-Pilzes — *Monascus purpureus* — in Zweifel und zog den Schluss, dass die Gattung *Monascus* nicht zu den Hemiasceen BREFELD's, sondern zu den Ascomyceten gehört.

Schon vor zwei Jahren begann ich *Monascus purpureus* Went zu studieren und zwar mit Hilfe der modernen Mikrotechnik, um einige Lücken in den Angaben WENT's zu ergänzen, welche sich bloss auf lebendes Material beziehen. Die Zwecke meiner Studien waren doppelte. Erstens war festzustellen, ob bei der Perithezienentwicklung der Sexualakt vorausgeht oder nicht, da früher keine solche Untersuchungen an den Hemiasceen ausgeführt sind<sup>4)</sup>); und zweitens habe ich beabsichtigt, die Sporenbildung cytologisch zu untersuchen, um zu wissen, nach welchem Modus — Spaltung des Sporangiuminhalts oder freie Zellbildung<sup>5)</sup> — sie erfolgt. Meine Studien über *Monascus* wurden vielfach durch andere Beschäftigungen unterbrochen, und ich habe bisher noch keine irgendwelche sicheren Schlüsse auf die Sexualitätsfrage dieses Pilzes ziehen können. Bezüglich der Sporenbildung dagegen sind meine Untersuchungen schon früher fast zum Abschluss gelangt, aber ich habe die Resultate noch nicht veröffentlicht, da ich beabsichtigt habe, sie samt meinen Befunden über den Sexualakt in einer Abhandlung zusammenzustellen. Nun sprach BARKER in seiner oben zitierten Arbeit der Gattung *Monascus* die Stellung unter den Hemiasceen ab. Ohne dem grossen Wert der BARKER'schen Arbeit Eintrag tun zu wollen, muss ich seine Vermutung, welche er infolge seiner Studien über den „Samsu“-Pilz über *Monascus purpureus* gemacht hat, als nicht stichhaltig erklären. Ich erlaube mir, im Folgenden die von mir bezüglich der Sporenbildung des letzteren Pilzes bisher gemachten Beobachtungen zu schildern, um dabei die Zugehörigkeit von *Monascus purpureus* Went unter die Hemiasceen in das richtige Licht zu stellen. Das Studium des Sexualaktes beabsichtige ich später zu liefern.

1) *Monascus*, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes. Bull. de la Soc. bot. de France, T. 134, 1884, p. 226.

2) *Monascus purpureus*, le Champignon de l'Âng-Quac, une nouvelle Thélébolée. Ann. des sc. nat., 8. Sér. T. 1, 1895, p. 1.

3) Über den „Benikoji“-Pilz aus Formosa. The Bot. Magaz. Tokyo, Vol XV, No. 178 und 179, 1902.

4) Inzwischen erschienen im vorigen Jahr die Studien JUEL's über *Dipodascus albidus*, Flora 91. Bd., 1902, S. 47.

5) HARPER, Cell-division in Sporangia and Asci. Ann. of Bot., Vol. 13, 1899, p. 467.

Um eine grosse Menge der Untersuchungsmaterialien in verschiedenen Entwicklungsstadien zu gewinnen, habe ich nach WENT<sup>1)</sup> zuerst eine kurze Zeit die von dem Pilze infizierten Reiskörner, sogen. „Benikoji“ aus Formosa<sup>2)</sup> in sehr verdünnte Salzsäure gelegt, um die Oberfläche derselben zu sterilisieren, dann habe ich sie nach einem kurzen Waschen mit sterilisiertem destillierten Wasser durch verdünntes Ammoniak neutralisiert und wieder mit Wasser ausgewaschen. Die so behandelten „Benikoji“-Körner wurden in kleine Stücke zerbrochen und auf die mit 10 pCt. Zuckerwasser durchtränkten und auch gut sterilisierten Brotstücke in einer PETRI-Schale ausgesät. Alles kam nun in den auf 28° gehaltenen Thermostat, worin der Pilz üppig gedieh und zahlreiche Sporangien erzeugte. Die Untersuchungsmaterialien wurden durch FLEMMING'S Lösung (mit gleichem Volum Wasser verdünnt) und KEISER'S Sublimat-Eisessig fixiert. Die Fixierung durch das erstere Gemisch gelang sehr vorzüglich, aber die Färbung mit den verschiedenen Farbstoffen war sehr schlecht, so dass die dadurch fixierten Objekte sich als unbrauchbar erwiesen. Alle meine Beobachtungen beruhen deshalb auf den mit KEISER'S Lösung fixierten und durch HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin gefärbten Mikrotomschnitten, welche sehr klare Bilder gaben.

Das Mycel von *Monascus purpureus* ist vielkernig. Jeder Zellkern besteht aus einem intensiv färbbaren zentralen Körper — „Chromoblast“ einiger französischen Autoren<sup>3)</sup> — mit einem hellen Hof um denselben; die Kernmembran ist gelegentlich klar nachzuweisen (Fig. 1).

Die Entwicklungsgeschichte der Perithezien ist durch WENT ausführlich verfolgt<sup>4)</sup> und neuerdings durch UYEDA bestätigt worden<sup>5)</sup>, so dass in dieser Hinsicht auf die Arbeiten dieser Forscher verwiesen sei. Nachdem sowohl das Ascogon als der primäre Hilfsfaden oder das Pollinod sich differenziert hat, schmiegt sich der letztere (Fig. 2. *p*) an das erstere (*as*) seitlich dicht an; im Ascogon nimmt man dann gewöhnlich vier bis neun, selten mehr, im Pollinod weniger Zellkerne wahr. Im älteren Zustande sieht man Ascogone mit einer Anzahl

1) l. c. S. 2.

2) In Formosa dient dieses zur Herstellung des roten Reisgetränkes „Hochu“ (nach der mündlichen Mitteilung des Herrn Dr. T. INUI nicht „Anchu“, wie von UYEDA l. c. genannt). Für die freundliche Zusendung der „Benikoji“ bin ich dem Herrn SAWADA, Pharmaceut in Formosa, dankbar.

3) Vgl. z. B. GUILLIERMOND, Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à formes-levures. Thèse de la Fac. des Sciences de Paris, 9 juin 1902.

4) l. c.

5) l. c.

von grösseren und kleineren Zellkernen (Fig. 3, *as*). Diese grösseren Zellkerne dürften durch die Befruchtung entstanden sein, wenn ein solcher Vorgang überhaupt eintreten wird, und dann besteht dieser Sexualakt aus der paarigen Verschmelzung vieler Zellkerne im Ascogon mit vielen aus dem Pollinod eingewanderten, da jeder dieser grösseren Zellkerne einen Keimkern darstellen dürfte. Die Befruchtung geschieht dann in gleicher Weise wie bei einigen *Albugo*-Arten<sup>1)</sup>, *Pyronema confluens*<sup>2)</sup> und dem „Samsu“-Pilz<sup>3)</sup>. Was das letzte Schicksal der kleinen Kerne im Ascogon ist, welche sich vielleicht an dem Sexualakt nicht beteiligt haben, wurde nicht festgestellt, aber es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie einfach vom Ascogoncytoplasma resorbiert wurden.

Das letzte Schicksal der Terminalzelle konnte WENT nicht erkennen, „. . . . ici la cellule terminale n'est plus visible; ce qu'elle devient, je n'ai pu le constater. Si elle est résorbée. ou bien s'il y a un fusionnement d'elle et du sporange, . . . ., je ne saurais le dire . . .“<sup>4)</sup>. In etwas fortgeschrittenem Zustande der Peritheci-entwicklung habe ich häufig solche Terminalzellen beobachten können, deren Inhalt zu einem kleinen cytoplasmatischen Reste reduziert wird, ja nicht selten solche, welche keinen Zellinhalt mehr enthalten, so dass hier die Zellen bloss die schon ausgestorbenen Zellskelette darstellen (Fig. 3, *tz*). Aus diesen Beobachtungen scheint mir hervorzugehen, dass hier keine Fusion des Sporangiums und der Terminalzelle erfolgt und dass die letztere allmählich zugrunde gehen wird.

Nach WENT und UYEDA wird ein ascogener Zweig in drei Zellen geteilt, nämlich Pedicel-, Terminal- und ascogene Zelle; aus der ersteren entwickeln sich die Hüllfäden. BARKER hat bei seinem „Samsu“-Pilz gewöhnlich keine besondere Pedicelzelle finden können, sie ist fast stets nichts anderes als eine unmittelbar unter dem Ascogon gelagerte Zelle und macht einen Teil des letzteren nicht aus. „In one or two instances figured by WENT“, schreibt BARKER, „however, his pedicel cannot have the origin ascribed to it, and is in those cases nothing more than the cell of the parent hypha immediately below the ascogonium“<sup>5)</sup>. Dieser Meinung BARKER's will

1) STEVENS, The compound oosphere of *Albugo Bliti*. Bot. Gaz., Vol. XXVIII, 1899. — Gametogenesis and fertilization in *Albugo*. Ebend. Vol. XXXII, 1901. — Die Gametogenese und Befruchtung bei *Albugo*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901.

2) HARPER, Sexual reproduction in *Pyronema confluens* and the morphology of the ascocarp. Ann. of Bot., Vol. XIV, 1900.

3) BARKER, l. c.

4) WENT, l. c. S. 4.

5) l. c. S. 203.

ich durchaus beistimmen, da in fast allen von mir beobachteten Fällen keine besondere Pedicelzelle gebildet wird, sie stellt, wie BARKER bemerkte, bloss eine unter dem Ascogon gelagerte Zelle dar (Fig. 2). In Fig. 3 wird ein seltener Fall abgebildet, wo eine besondere Pedicelzelle (*pz*) zu sehen ist.

Von den unter den Hemiasceen BREFELD's eingeordneten Pilzen gibt es bisher nur wenige, welche in bezug auf ihre Sporenbildung cytologisch untersucht worden sind, nämlich einige Arten aus den Gattungen *Ascoidea*<sup>1)</sup>, *Protomyces*<sup>2)</sup>, *Taphridium*<sup>3)</sup> und *Dipodascus*<sup>4)</sup>. Bekanntlich haben die schönen Untersuchungen HARPER's über die Sporenbildungsvorgänge der Ascomyceten und Phycomyceten<sup>5)</sup> die wichtige Tatsache zu Tage gebracht, dass die in Frage stehenden Vorgänge bei den beiden grundverschieden und zwischen ihnen keine Übergänge sind. Mit Rücksicht darauf scheint es mir wünschenswert zu sein, jede auf die Sporenbildung noch nicht untersuchte Hemiascee — diese nach BREFELD die Phyco- und Ascomyceten phylogenetisch vermittelnde Pilzgruppe — in dieser Beziehung cytologisch zu studieren, um zu wissen, ob dabei die Sporenbildung nach dem Phyco- oder Ascomyceten-Typus erfolgt, besonders da nach POPTA<sup>6)</sup> die zu den Hemiasceen gestellten *Protomyces*-Arten ihre Sporen durch Spaltung des ganzen Sporangiuminhalts ausbilden, wie bei den Phycomyceten<sup>7)</sup>.

Was WENT über die Sporenbildung von *Monascus purpureus* geschrieben hat, mag hier Platz finden: „Le sporange grossit et en même temps sa paroi s'épaissit. La figure 17 nous fait voir un jeune sporange contenant un protoplaste avec plusieurs vacuoles assez grandes; dans la figure 18, celles-ci se sont diversées de manière que le protoplaste est devenu écumeux. Puis le protoplaste devient trop opaque et les vacuoles deviennent en même temps trop petites, pour pouvoir les distinguer encore; . . . Enfin, le contenu du sporange se divise en une quantité de spores; quoique j'aie cherché bien longtemps, je n'ai jamais pu découvrir le moment de la division;

1) POPTA, Beitrag zur Kenntnis der Hemiasci. Flora LXXXVI, 1899.

2) POPTA, l. c.

3) JUEL, *Taphridium* Lagerh. et Juel, eine neue Gattung der Protomyce-taceen. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 27, Afd. III, No. 16, 1902.

4) JUEL, Über den Zellinhalt, Befruchtung und Sporenbildung bei *Dipodascus*. Flora, 91. Bd., 1902.

5) Cell-division in sporangia and asci. Ann. of Bot., Vol. XIII, 1889.

6) l. c.

7) Im Lichte seiner Untersuchungen über die *Taphridium*-Arten stellte JUEL die Angabe POPTA's in Zweifel und betrachtete es als wahrscheinlich, dass auch bei *Protomyces* die Sporenbildung durch freie Zellbildung geschieht, ebenso wie bei den anderen bisher untersuchten Hemiasceen (*Taphridium* S. 23).

elle doit se faire dans un temps bien court<sup>1)</sup>. Auch „Quand on étudie la surface de la masse de spores, on voit que, là du moins, il n'y a aucune substance entre ces spores, comme le montre la figure 25 à un grossissement très fort; bien plus, on voit que les spores se pressent de manière à devenir angulaires, comme des cellules d'abeille“<sup>2)</sup>.

Wenn man das letztere Citat lesen will, nach welchem erstens die Sporen infolge des gegenseitigen Druckes eckig werden, etwa Bienenwaben ähnlich und zweitens keine Substanz — sogen. Epiplasma — zwischen den Sporen nachzuweisen ist, so könnte man vielleicht von vornherein zur Annahme geführt werden, dass bei *Monascus* die Sporenbildung durch Spaltung des ganzen Sporangiuminhaltes, d. h. wie bei den Phycomycetensporangien, geschehen würde. Dem ist aber nach meinen vorliegenden Studien nicht so, und dennoch dürfte die ganze Sporenmasse zu einer bestimmten Zeit während der Entwicklung das Aussehen der Bienenzellen bieten, wenn man die Beobachtungen nur an frischen Objekten ausführen wird, wie es von WENT geschah.

Gehen wir nun zu meinen eigenen Untersuchungen über.

Das in Fig. 4 dargestellte Ascogon enthält eine kleine Anzahl von ziemlich grossen Vakuolen und dürfte etwa dem in Fig. 17 WENT's (l. c.) entsprechen; dabei sieht man im Cytoplasma mehrere Zellkerne, welche zweifellos aus den oben erörterten (Fig. 3) durch successive Teilungen hervorgegangen sind. Hand in Hand mit der Vergrösserung des Ascogons werden, wie von WENT beschrieben, die Vakuolen nicht selten fein zerteilt, sodass das Cytoplasma schaumig wird (Fig. 5<sup>3)</sup>); zugleich nimmt man die Vermehrung der Zellkerne wahr.

Dann beginnt als der erste Schritt der Sporenentwicklung der Vorgang der freien Zellbildung. Um eine bestimmte Anzahl der Zellkerne als Centren nämlich zieht sich das Cytoplasma zusammen, so dass wenige rundliche cytoplasmatische Ballen erzeugt werden (Fig. 6). Bei diesen Vorgängen ist zu beobachten, dass nicht alle Zellkerne in einem Ascogon sich an diesem Akt beteiligen und demgemäss viele innerhalb desselben unverändert bleiben (Fig. 6, 7, 18). Auch ist zu bemerken, dass ich bei verschiedenen Stadien und auch den soeben beschriebenen oft solche Bilder angetroffen habe, wie in Fig. 7. Bei dieser sieht man, dass der Zellinhalt des Ascogons sich in zwei konzentrische Schichten geteilt hat. Solche Bilder erinnern etwa an Fig. 30, 31 etc. von BARKER (l. c.), wo die askogonen Hyphen den zentralen Teil von zwei konzentrischen

1) l. c. S. 5.

2) l. c. S. 6.

3) Das in Fig. 5 dargestellte Stadium entspricht etwa dem in Fig. 18 WENT's.

Schichten ausmachen. Es ist aber leicht zu sehen, dass bei unserem Pilz der zentrale Teil aus den im Cytoplasma eingebetteten Cytoplasmaballen, und nicht aus den askogenen Hyphen, besteht.

Jeder dieser Cytoplasmaballen ist zuerst einkernig (Fig. 6—7), aber zugleich wachsen die Zellkerne beträchtlich aus und teilen sich, worauf jeder Ballen auch durch Durchschnürung sich je in zwei teilt (vgl. verschiedene Stadien der Kern- und Zellteilung der Cytoplasmaballen in Fig. 6—7). In dieser Weise nimmt die Zahl der „Sporenmutterzellen“ zu. Nun wächst jede der letzteren und ihr Zellkern beträchtlich aus, und zugleich wird das Cytoplasma deutlich wabig (Fig. 8). Ihr Zellkern teilt sich bald successiv, so dass der letztere bei jeder Sporenmutterzelle allmählich in seiner Zahl zu, dagegen in seiner Grösse entsprechend abnimmt (Fig. 9—10). Dann findet eine Umordnung der cytoplasmatischen Waben statt. Bisher war nämlich das Cytoplasma feinwabig; nun beginnt eine bestimmte Menge des besonders dichten Cytoplasmas darin sich linienartig und zwar in verschiedenen Richtungen anzuordnen, so dass jede Sporenmutterzelle in eine Anzahl von grossen Waben geteilt wird. Dieses linienartig angeordnete Cytoplasma dient deshalb als die Wände dieses Wabenwerkes und bietet im Durchschnitt das Aussehen eines ziemlich grobmaschigen Netzwerkes (Fig. 1a u. b)<sup>1</sup>). In jeder Wabe befindet sich nur ein Zellkern. Wie oben erläutert nimmt man in jeder Sporenmutterzelle bei dem Stadium in Fig. 10 mehrere Zellkerne wahr, während bei dem in Fig. 11 nur wenige vorhanden sind. Es fragt sich dann, was das Schicksal der anderen Kerne ist. Ich bin ziemlich sicher, dass diese dort einfach degenerieren; in der Tat sieht man in Fig. 12 an den Vereinigungspunkten der Wabenwände die stark färbbaren Körnchen, welche ich als diese in Desorganisation begriffenen Kerne deuten möchte. Bei dem in Fig. 11 dargestellten Stadium dürfte man denn auch solche degenerierende Zellkerne erwarten; tatsächlich findet man sie aber nicht, was höchst wahrscheinlich darauf beruht, dass sie hier schon früh desorganisiert und verschwunden sind<sup>2</sup>).

1) Die in Fig. 8, 9, 10, 12, 13, 14 dargestellten Stadien habe ich unter Vergrösserung durch ZEISS' Apochromat 2 mm und Comp.-Ocular 18 mit Hilfe einer ABBÉ'schen Camera lucida gezeichnet. Da aber die Fig. 11 durch das gleiche Objektiv und Ocular 12 schon im Anfang des vorigen Jahres gezeichnet wurde, habe ich dieses Mal in meinen Präparaten nach diesem Stadium wieder gesucht, um es in der gleichen Vergrösserung, wie bei Fig. 8 etc. umzuzeichnen, allein es gelang mir leider nicht, dieses seltenste Stadium wiederzufinden, trotz eifrigen Suchens, so dass ich in die Tafel diese ältere Figur aufgenommen habe. Sie werden deshalb mit den anderen in Bezug auf ihre Grösse nicht übereinstimmen.

2) Wie in der vorigen Fussnote bemerkt, habe ich ein solches Stadium nur selten angetroffen, es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass man häufig in anderen Fällen dabei tatsächlich solche sich desorganisierende Zellkerne wahrnehmen könnte.

Nachdem die soeben dargelegten Waben ausgebildet sind, rundet sich das Cytoplasma mit dem zugehörigen Zellkern innerhalb jeder derselben zu einer kugeligen Masse ab und zieht sich von den Wabenwänden zurück (Fig. 12), so dass zwischen den letzteren und dieser Masse (*i*) eine schmale Vakuole (*va*) entsteht. In diesem Stadium ist der Zellkern schon nicht mehr nachweisbar. Man könnte vielleicht glauben, dass dann der Zellkern verschwunden sei, aber dem ist sicherlich nicht so; bei den Sporen ist er ebenso wenig fast stets nachzuweisen und doch ist, wie unten erläutert, einer in jeder vorhanden.

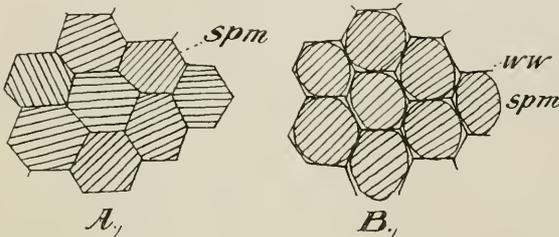
Die soeben beschriebene rundliche Masse innerhalb jeder Wabe wandelt sich bald zu einer Spore um (Fig. 13). Ihre Zellmembran (Fig. 13, *spm*) ist ziemlich dick, durchsichtig, stark lichtbrechend, speichert Farbstoffe nicht auf und lässt bisweilen eine konzentrische Schichtung erkennen. Ebenso wenig wie bei dem oben dargelegten Stadium kann man auch hier gewöhnlich den Zellkern nachweisen, und es gelang mir selten, solchen zu sehen (Fig. 13), da durch verschiedene Farbstoffe der ganze Zellinhalt sich sehr intensiv tingiert. Die allmähliche subtraktive Behandlung des Inhaltes durch Eisenammon lässt hier gewöhnlich den Zellkern aus dem umgebenden Cytoplasma nicht hervortreten, da beide sich in gleicher Weise entfärben.

Wenn man die Fig. 12 und 13 miteinander vergleicht, so wird man nicht verfehlen zu erkennen, dass die cytoplasmatischen Wabenwände bei beiden fast gleich dick, dagegen die cytoplasmatischen Massen innerhalb dieser Wände (Fig. 12, *i* und Fig. 13, *spi*) in Bezug auf ihre Menge voneinander sehr verschieden sind, da dieselbe in Fig. 12 (*i*) viel grösser ist als in Fig. 13 (*spi*). Aus diesen Beobachtungen schliesse ich, dass die dicke Zellmembran der Sporen aus einem Teil der cytoplasmatischen Masse in Fig. 12 durch Umwandlung hervorgegangen ist.

Jede Spore ist deshalb in einer Wabe mit allseitig abgeschlossenem Raume eingeschlossen. Diese Sporen sind sehr nahe aneinander gelagert, ja fast in Berührung und im Durchschnitt gesehen durch feine cytoplasmatische Stränge voneinander getrennt, welche miteinander ein polygonales Netzwerk bilden und welche natürlich nichts anderes sind, als die sehr dünnen Wabenwände (vgl. Fig. 13, 14 und 15).

In der oben geschilderten Weise wandelt sich daher jede Sporenmutterzelle zu einem kugeligen Komplex von im Epiplasma eingebetteten Sporen um, deren Zahl gewöhnlich sechs oder acht beträgt. Sie wachsen allmählich aus, und dementsprechend vergrössert sich auch der ganze Komplex (Fig. 14). Wo zwei oder mehrere solche Körper miteinander in Berührung kommen, verschmelzen sie völlig miteinander, so dass die Grenze zwischen verschiedenen Komplexen

verwischt wird (Fig. 15). Nicht selten wird in einem Sporangium nur eine kleine Anzahl von Sporenmutterzellen resp. Sporenkomplexen erzeugt (Fig. 18), so dass dort nur sehr wenige Sporen vorhanden sind und der grössere Raum von degenerierendem Cytoplasma und Zellkernen eingenommen wird (Fig. 19). Es ist als typisch zu nennen, dass von vielen cytoplasmatischen Ballen in einem Ascogon nur wenige zu Sporenmutterzellen werden, da alle übrigen dort allmählich zugrunde gehen. Ich habe niemals solche Sporangien gesehen, wie von WENT und UYEDA in Fig. 22 resp. 10 (l. c. Pl. 2 resp. II) angegeben, welche mit Sporen dicht erfüllt sind. Dies beruht vielleicht darauf, dass, da ich mit dünnen Mikrotomschnitten arbeitete, ich zu einer Zeit nur einen kleinen Teil eines Sporangiums sehen konnte, während WENT und UYEDA bei frischen Objekten im optischen Schnitt das Ganze zugleich zur Anschauung bringen konnten.



Dass schliesslich die Wabenwände der Sporangien degenerieren und die Sporen dort unregelmässig zerstreut werden, braucht kaum erst hervorgehoben zu werden. Eine völlig gereifte Spore ist länglich-oval und im Querschnitt rundlich (Fig. 16a u. b).

Nach dem oben Erörterten ist es kaum zu bezweifeln, dass die Schlüsse WENT's — „il n'y a aucune substance entre ces spores“ und „les spores se present de manière à devenir angulaires, comme des cellules d'abeille“<sup>1)</sup> — durch eine optische Täuschung veranlasst wird, welche darauf beruht, dass er bei seinen Beobachtungen an frischen Objekten jede Wabe + eingeschlossene Spore für eine Spore und dementsprechend die cytoplasmatischen Wabenwände für den Umriss einer Spore missdeutete (vgl. auch die obenstehenden schematischen Figuren).

Wie oben geschildert, zur Zeit der Cytoplasmaansammlung um den Zellkern des Ascogons, beteiligen sich nicht alle der letzteren an diesem Akt, und viele bleiben daher dort unverändert (Fig. 6, 7 und 18). Solche sind sogar in den fast gereiften Sporangien noch nachweisbar (Fig. 17), welche Tatsache bei *Dipodascus albidus* sein Analogon findet<sup>2)</sup>.

1) l. c. S. 6.

2) JUEL, Über Zellinhalt etc. bei *Dipodascus*, Taf. VIII, Fig. 15.

Nach den oben ausführlich beschriebenen Beobachtungen geschieht demnach die Sporenbildung von *Monascus purpureus* durch freie Zellbildung, und zwar mit einer bestimmten Menge des Cytoplasmas — sogen. Epiplasmas — zwischen den Sporen und stimmt deshalb wesentlich mit der der Asken überein, wenn auch einige bemerkenswerte Eigentümlichkeiten wahrgenommen werden.

Vergleichen wir nun unsere Angaben mit denen von BARKER über die Sporenbildung des „Samsu“-Pilzes. Nach ihm „the central cell (= Ascogon) begins to swell considerably and becomes invested by hyphae . . . . After swelling, the invested central cell produces one or more hyphae which develop vigorously and produce a mass of tangled ascogenous hyphae. . . . . Asei are eventually produced from the ascogenous hyphae, and in each of them eight ascospores are usually formed. When the spores are ripe, the asei and ascogenous branches degenerate. . . . . The spores are thus liberated into the cavity enclosed by this wall, and the ripe perithecium appears to be nothing more than a brown cuticularized sporangiumlike structure<sup>1)</sup>“.

WENT und UYEDA konnten keine askogene Hyphen BARKER's beobachten, welche sich aus dem Ascogon entwickeln und die Asken erzeugen. BARKER vermutet aber, dass WENT solche askogene Hyphen übersehen hätte. „In a few cases“, schreibt er über die Angaben WENT's, „it was possible to observe changes in the protoplasmic contents of the sporangium, which first presented the appearance of containing large vacuoles, this stage being followed by a somewhat similar phase in which the vacuoles were smaller and the structure more foam-like. . . . But we have seen that the apparent vacuolization is really due to the formation of hyphal branches from the sporangium. . . . The early large vacuoles are the first — formed hyphae, and the later small vacuoles are the numerous branches of various sizes arising from these hyphae. . . .“<sup>2)</sup>

Meine oben beschriebenen Studien haben aber bewiesen, dass die Angaben WENT's ganz richtig sind. Seine Fig. 17 und 18 entsprechen meiner 4 resp. 5, ich kann hier keine Spuren der askogenen Hyphen BARKER's erkennen. Sie färben sich nach diesem Autor bei dem „Samsu“-Pilz sehr intensiv und sind deshalb sehr ansehnliche Objekte, und demgemäss ist es ganz ausgeschlossen, dass solche bei meinen Studien an dem tingierten Schnitte übersehen worden sind. Die kleinen und grossen Vakuolen im Ascogon sind somit nicht die askogenen Hyphen, wie BARKER vermutet, sondern

1) l. c. S. 204.

2) l. c. S. 198—199.

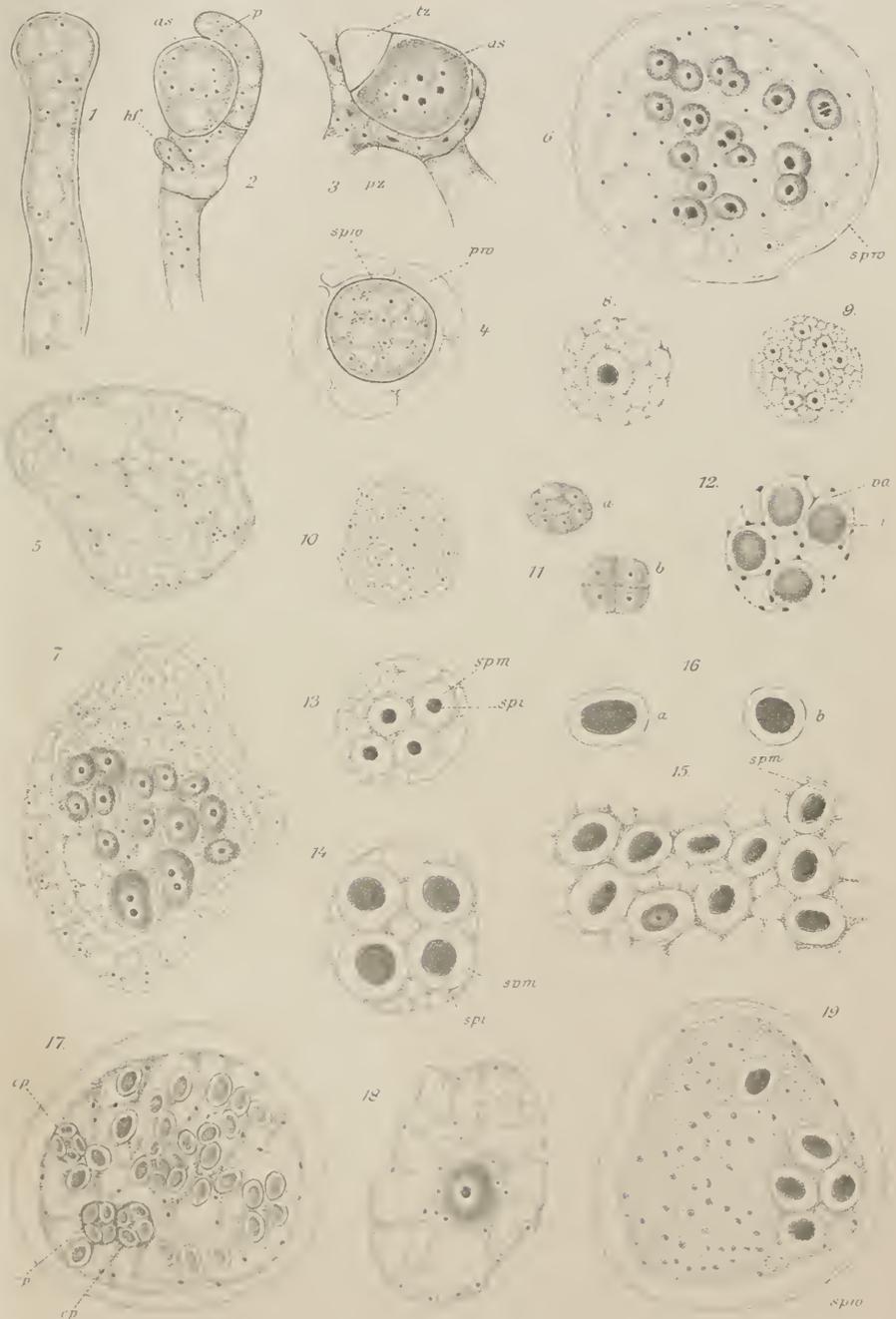
nichts anderes als wahre Vakuolen. Da bei unserem Pilze keine askogenen Hyphen BARKER's vorhanden sind, so ist natürlich von der Entwicklung der Asken keine Rede, wie BARKER bei seinem „Samsu“-Pilz wahrgenommen und bei *Monascus purpureus* vermutet hat. Weil jede Sporenmutterzelle gewöhnlich sechs oder acht Sporen produziert, erinnert sie in dieser Beziehung etwa an den sechs- resp. achtsporigen Askus, aber dass sie davon ganz verschieden ist, braucht nach dem eben Erörterten kaum erst hervorgehoben zu werden.

Die Vermutung BARKER's wurde deshalb nicht bestätigt, und somit ist die Klassifizierung WENT's von *Monascus purpureus* unter den Hemiasceen BREFELD's ganz richtig. Der „Samsu“-Pilz BARKER's gehört nicht zu der Gattung *Monascus*, da er ein typischer Askomycet ist.

### Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Abbildungen wurden unter Vergrößerung durch das ZEISS'sche Apochromat 2 mm gezeichnet, und zwar Fig. 8, 9, 10, 12, 13 und 14 mit Ocular 18, Fig. 17 mit Ocular 6 und alle anderen mit Ocular 12.

- Fig. 1. Ein Stück des mehrkernigen Mycels.  
 „ 2. Ascogon und Pollinod in Kontakt. *as* Ascogon; *p* Pollinod; *hf* in Entwicklung begriffener Hüllfäden.  
 „ 3. Ein Ascogon nach der Befruchtung (?). *as* Ascogon mit kleinen und grossen Zellkernen; *tz* Terminalzelle; *pz* Pedicelzelle.  
 „ 4. Ein mehr entwickeltes Ascogon mit mehreren Zellkernen. *spw* Wand des Ascogons; *pw* aus den Hüllfäden gebildete Wand des Peritheciums.  
 „ 5. Ein älteres Ascogon mit schaumigem Cytoplasma. Die Wände sind nicht mitgezeichnet.  
 „ 6. Bildung der Cytoplasmaballen. Man sieht hier verschiedene Stadien der Kern- und Zellteilung. *spw* Wand des Sporangiums.  
 „ 7. Ebendasselbst in zwei konzentrischen Schichten differenziert.  
 „ 8. Eine Sporenmutterzelle mit einem Zellkerne.  
 „ 9 und 10. Ebendasselbst mit vielen Zellkernen.  
 „ 11. Bildung der groben Waben um eine Anzahl der Zellkerne.  
 „ 12. Kontraktion der Cytoplasmamassen aus den Wabenwänden. *va* Vakuole; *i* zusammengezogene Masse.  
 „ 13 und 14. Bildung der Sporen innerhalb jeder Wabe und ihr Wachstum. *spm* Sporenmembran; *spi* Sporenhalt.  
 „ 15. Sporen in den Waben; ein Zellkern in einer dieser Sporen. *spm* Sporenmembran.  
 „ 16a und b. *a* Gereifte Spore. *b* Im Querschnitt.  
 „ 17. Ein fast gereiftes Sporangium mit einer Anzahl von Sporen. Einige noch im Cytoplasma eingebettete Sporenkomplexe (*cp*) und viele ungebrauchte Zellkerne.  
 „ 18. Ein Ascogon mit einem Cytoplasmaballen.  
 „ 19. Ein Sporangium mit wenigen Sporen.



Th. G. A.

Th. G. A.

# 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: 1903

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Ikeno Seiitiro

Artikel/Article: [Über die Sporenbildung und systematische Stellung von \*Monascus purpureus\* Went. 259-269](#)