

Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 77 (1967)

Artikel: Vergleichende Untersuchungen an einigen Chaetomiumarten
Autor: Aue, Regina / Müller, Emil
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-54324>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Vergleichende Untersuchungen an einigen *Chaetomium*-arten

Von *Regina Aue* und *Emil Müller*

(Aus der pharmazeutisch-chemischen Abteilung der Sandoz AG in Basel und dem Institut für Spezielle Botanik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich)

Manuskript eingegangen am 4. März 1967

Die Gattung *Chaetomium* Kunze nimmt eine merkwürdige Stellung zwischen den niederen und den höheren Ascomyceten ein. Die Asci sind eindeutig prototunicat, d. h. sie sind von einer zarten, sich schon vor der Sporenreife auflösenden Membran ohne Fähigkeit zur aktiven Sporenausschleuderung umgeben. Daneben bilden diese Pilze aber hochentwickelte, perithecienartige Fruchtkörper mit vorgebildeter Mündung und einem Besatz mit artcharakteristischen Haaren, deren morphologische Ausgestaltung zu bizarrsten Formen geführt hat.

Aus einer in Qûs am oberen ägyptischen Nil 1961 einem Lupinenfeld entnommenen Erdprobe haben wir 1965 vier verschiedene *Chaetomium*-formen isoliert, die sich alle durch eine bemerkenswerte Wärmetoleranz auszeichnen. Eine dieser Formen bildet in reifem Zustande an ihren gebogenen Haaren noch knorrige, sich leicht lösende Hyphenfragmente; die drei übrigen tragen auf ihren Fruchtkörpern schraubig gewundene Haare. Die Asci aller Arten sind keulig, und die Ascosporen sind mit einem einzigen Keimporus versehen.

Zwei der Stämme liessen sich gut mit bekannten, aber seltenen Arten identifizieren, die zwei übrigen sind nach unserer Überzeugung bisher nicht beschrieben. Im Laufe der Untersuchungen hat es sich als notwendig erwiesen, weitere bekannte Arten zu Vergleichen heranzuziehen. Getrocknete Kulturen mit reifen Fruchtkörpern aller erwähnten Stämme bewahren wir im Herbar der Eidgenössischen Technischen Hochschule auf.

Wir benützen gerne die Gelegenheit, um der Direktion des Commonwealth Mycological Institute (Kew, Surrey, England) sowie Herrn Dr. B.C. Lodha (Jaipur, Indien) herzlich für die Vergleichsstämme zu danken. Wir sind auch Fräulein Rita Baeriswyl für ihre Mithilfe bei unseren Versuchen zu Dank verpflichtet.

Bei den vier von uns isolierten *Chaetomium*arten handelt es sich um *Chaetomium venezuelense* Ames, *C. abuense* Lodha, *C. uniporum* nov. spec. und *C. gelasinosporum* nov. spec. Als Vergleichsstämme haben wir *Chaetomium hyderabadense* Salam et Nusrath, *C. abuense* Lodha, *C. apiculatum* Lodha und *C. globosum* Kunze in unsere Untersuchungen einbezogen.

1. *Chaetomium abuense* Lodha

J. Indian Bot. Soc. 43, 121 (1964)

Die oberflächlich im rein weissen Luftmycel eingebetteten, kugeligen oder schwach niedergedrückten, grauen Perithechien haben einen Durchmesser von 200–240 μ und eine Höhe von 200–225 μ (nach der Originalbeschreibung) oder von 100–130 \times 110–140 μ (bei unserem Stamm). Am Scheitel befindet sich die von einem engen, rundlichen Porus gebildete Mündung. Die dunkelbraune, aus plattenförmigen, 6–8 μ grossen und bis 2 μ dicken, nur nach aussen derbwandigen, innen mit zarten, hyalinen Wänden versehenen Zellen aufgebaute Fruchtkörperwand trägt seitlich und in der Scheitelpartie bis 200 μ lange, 4–6 μ dicke, dunkelbraune, stumpfe, aussen dicht mit kürzeren oder längeren Stacheln und helleren, manchmal aufplatzenden Blasen besetzte Haare. Seitlich stehen diese starr ab und sind ziemlich kurz, im Scheitel stehen sie dichter und sind in ihrem oberen Teil bis viermal unregelmässig schraubig gewunden.

Im Innern der Perithechien entwickeln sich basal nacheinander in einem Büschel die mehr oder weniger deutlich gestielten, keuligen, zartwandigen, im sporenführenden Teil 20–24 \times 6,5–8,5 μ grossen Asci (nach Diagnose 38,4–51,2 \times 11,2–12,8 μ). Diese enthalten acht rundliche oder eiförmige, an einem Ende deutlich zugespitzte und dort mit einem Keimporus versehene, braune, 4,9–6,5 \times 4,1–4,9 μ grosse Ascosporen.

Über der Fruchtschicht wölbt sich ein nur schwach entwickeltes Scheitelgewebe aus hyalinen, länglichen Zellen.

Untersuchte Stämme: Isoliert von Affenkot, Mt. Abu, Rajasthan (Indien), 3. Oktober 1961. Isoliert aus Erdprobe von Qûs (Oberägypten), 9.8.65.

Dank dem uns von Herrn Dr. B.C. Lodha zur Verfügung gestellten Typusstamm von *Chaetomium abuense* war es uns möglich, unsere eigene Isolierung eindeutig zu bestimmen. Unser Stamm ist unseres Wissens erst der zweite Fund des Pilzes. Der Vergleich der beiden Stämme gibt wertvolle Hinweise auf die Variationsbreite in der Grösse der Perithechien und Asci. Auffallend ist die Übereinstimmung in der Ascosporengrösse der beiden Stämme.

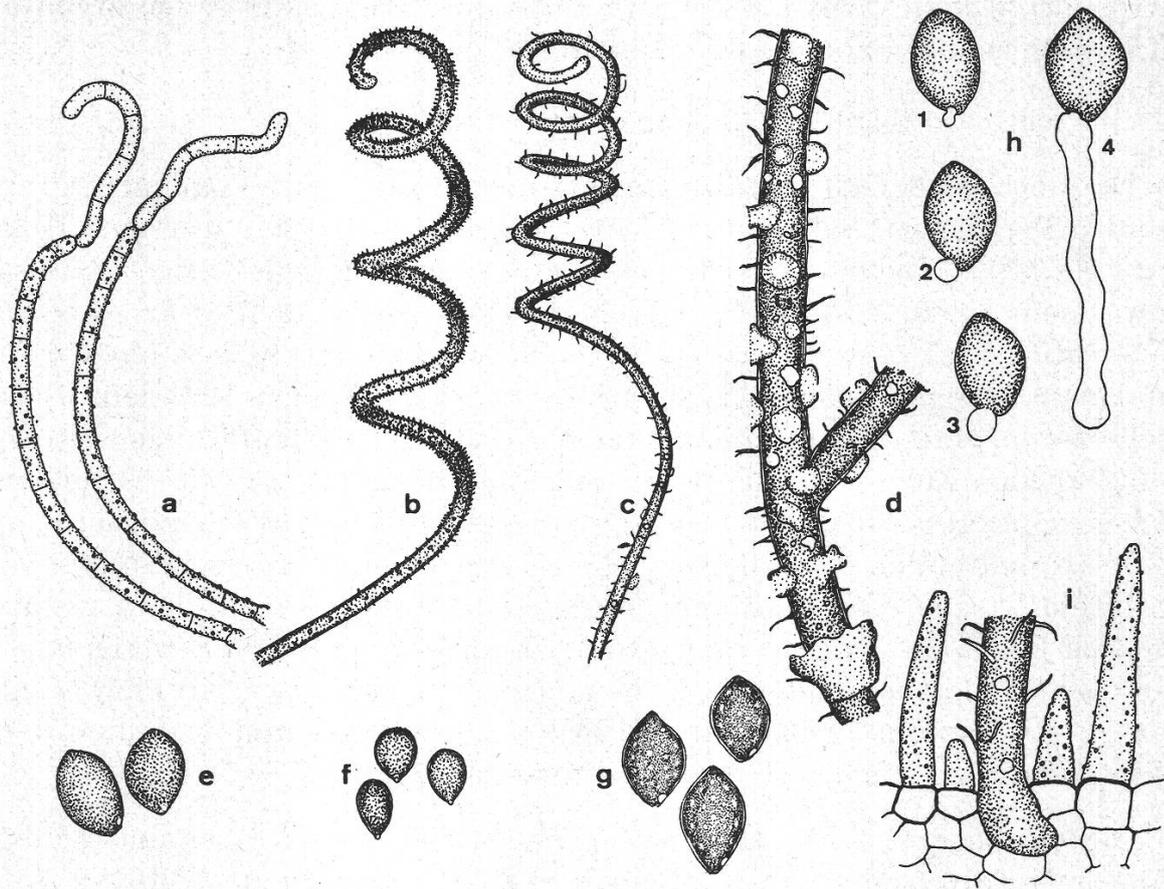


Abbildung 1

a-c: Perithechienhaare von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 250mal, a: *Chaetomium venezuelense*, b: *C. abuense*, c: *C. gelasinosporum*; d: Oberflächenskulptur eines verzweigten Myzelhaares von *C. gelasinosporum*, Vergrößerung 1000mal; e-g: Ascosporen von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 1000mal, e: *C. venezuelense*, f: *C. abuense*, g: *C. gelasinosporum* mit seitlichen Keimporen und Grübchen; h: keimende Ascosporen von *C. gelasinosporum*, Vergrößerung 1200mal, 1-3: verschiedene Phasen in der Bildung der primären, seitlich durch die Keimpore austretenden Plasmablase (nach ca. 3 Stunden bei 37 °C), 4: Keimschlauch nach 6 Stunden Inkubation; i: Schnitt durch die äussere Perithechienwand von *C. gelasinosporum* mit aufsitzenden kurzen Borsten und einem tiefer verankerten langen, dunkelbraunen Perithechienhaar

2. *Chaetomium uniporum* nov. spec.

Perithecia superficialia, in substrato sessilia, fusca, ellipsoidea, 70-90 μ latitudine, 90-110 μ crassitudine, apicaliter poro rotundato aperta. Parietes perithecorum 3-4 μ crassitudine, 6-8 μ longitudine, tenuiter membranaceis compositus. In partibus exterioribus parietis cellulae ampullaceae cum capillo solo sessiles. Capilli verticis perithecorum fusci, basaliter recti vel leviter curvati, apicaliter spiris irregularis 5-20 convoluti. Capilli laterales recti, ad 60 μ longi. Asci clavati, p. sp. 28-46 \times 9-15 μ ,

octospori. Sporae globosae vel late ellipsoideae, basaliter saepe arcuatae et poro germinativo praeditae, fuscae, $7,7-10,8 \times 6,2-10,0 \mu$.

Typus lectus in terra ad Qûs (Aegyptus) 11. 1. 61.

Die hochgestellt ellipsoidischen, manchmal auch fast kugeligen, grau-blauen Peritheciën haben einen Durchmesser von $70-90 \mu$ und eine Höhe von $90-110 \mu$. Im flachen oder papillenförmigen Scheitel öffnen sie sich mit einem $15-20 \mu$ weiten, rundlichen Porus. Die Fruchtkörperwand ist $6-8 \mu$ dick und besteht aus zwei Schichten abgeplatteter, $3-5 \mu$ breiter und $6-8 \mu$ langer Zellen mit braunen, ziemlich dünnen Wänden. Jeder Zelle der äusseren Wandschicht sitzt eine weitere flaschenförmige, seltener halbkugelige Zelle auf, aus deren Scheitel je ein ca. 2μ dickes, bräunliches, septiertes Haar entspringt. Lateral stehen die Fruchtkörperhaare steif ab und enden stumpf. Im Scheitel des Fruchtkörpers verlaufen sie in ihrem basalen Teil ebenfalls gerade oder etwas gebogen, dann winden sie sich bis zu zwanzig schraubigen Drehungen oder engen Schlingen. Sie sind sehr dicht ineinander verwoben, erreichen voll ausgereift eine Länge von mehr als dem Doppelten der Fruchtkörperhöhe und verleihen dem Perithecium ein eigenartig krauses Aussehen.

Die büschelig aus der Basis entspringenden wenigen Asci sind keulig, von einer zarten Membran umgeben und voll entwickelt $28-46 \times 9-15 \mu$ gross. Sie enthalten je acht fast kugelige oder breit ellipsoidische, an einer Stelle papillenförmig vorgezogene und dort mit einem Keimporus versehene Ascosporen. Die Ascosporen sind reif sattbraun und messen $7,7-10,8 \times 6,2-10,0 \mu$.

Über der Fruchtschicht ist die Fruchtkörperhöhle von einem zarten, hyalinen, aus länglichen Hyphengliedern zusammengesetzten Gewebe erfüllt, welches die Asci kuppelartig überwölbt und im Zentrum von einem Kanal bis zur Mündung durchbohrt ist.

Nach der Diagnose, die für *Chaetomium hyderabadense* Salam et Nusrath verfasst worden war (Salam und Nusrath, 1959), glaubten wir zunächst eine dieser Art ähnliche Form gefunden zu haben. Wir waren daher froh, den im Commonwealth Mycological Institute, Kew, aufbewahrten Typusstamm mit unserer Isolation vergleichen zu können. Danach fällt aber *Chaetomium hyderabadense* ausser Betracht. Zwar sehen sich die Kulturen mit reifen Fruchtkörpern sehr ähnlich, auch stellen beide Stämme, soweit wir sie geprüft haben, ähnliche Anforderungen an die Ernährung. Hingegen unterscheiden sie sich morphologisch deutlich voneinander. Die Ascosporen von *Chaetomium hyderabadense* sind erheblich kleiner (nach unseren Messungen $5,7-7,5 \times 4,1-6,0 \mu$, nach der Diagnose $8,0-8,8 \times 4,8-7,2 \mu$) und anders geformt (vgl. Ascosporen in Abb. 3 und Tafel I). Die Fruchtkörper sind erheblich grösser, nämlich $110-160 \mu$ breit und

140–210 μ hoch (nach der Diagnose dürften die Extremwerte noch höher liegen), und sie zeigen auch eine deutlich dunklere Scheitelzone. Die Haare sind doppelt so dick wie bei *Chaetomium uniporum*, und ihre Windungen sind sehr regelmässig. Ausserdem reagiert *Chaetomium hyderabadense* empfindlicher auf höhere Temperaturen. Die Wachstumsgrenze wird bei 37 °C erreicht, während *Chaetomium uniporum* noch bei 46 °C wächst. Die beiden Pilze sind sicher verschieden und leicht zu trennen.

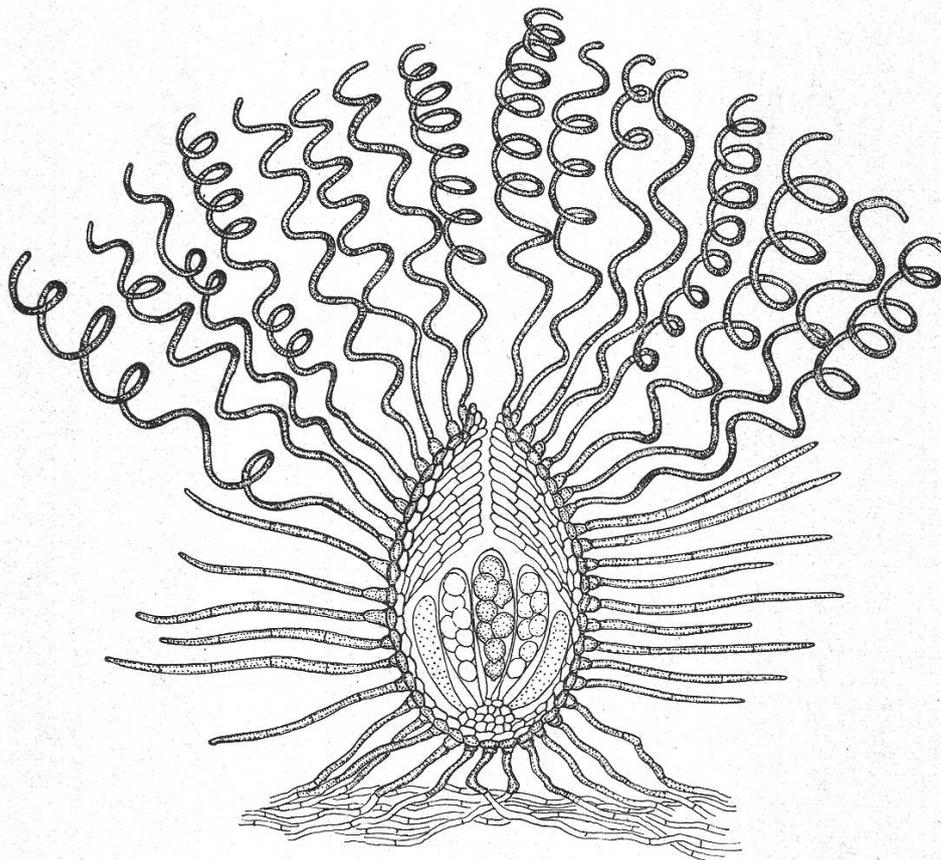


Abbildung 2

Chaetomium uniporum, Schnitt durch ein Perithecium, Vergrösserung 250mal

In den beschriebenen Merkmalen, in der Art der Ascosporenbildung im Ascus und im Verhalten des Fruchtkörperhaarschopfes, der sich leicht als Ganzes vom Fruchtkörper löst, steht *Chaetomium hyderabadense* dem *Chaetomium aterrinum* Ell. et Everh. nahe.

Dagegen weist *Chaetomium uniporum* eine auffallende Ähnlichkeit mit *Chaetomium apiculatum* Lodha auf. Auch von dieser Art hat uns Herr Dr. B.C.Lodha seinen Kulturstamm überlassen. Wir konnten so die beiden Stämme unter gleichen Bedingungen kultivieren und dann vergleichen. *Chaetomium apiculatum* hat zylindrische Asci und kleinere Ascosporen als *Chaetomium uniporum* (vgl. Tafel II).

Ascosporenmasse beider *Chaetomium*arten:

	durchschnittliche Länge	durchschnittliche Breite
<i>C. uniporum</i>	$9,0 \pm 0,71 \mu$	$8,0 \pm 0,61 \mu$
<i>C. apiculatum</i>	$7,4 \pm 0,57 \mu$	$6,3 \pm 0,50 \mu$

(Messung von je 200 Ascosporen aus 10 Tage alten Malzagarkulturen bei 30 °C inkubiert.)

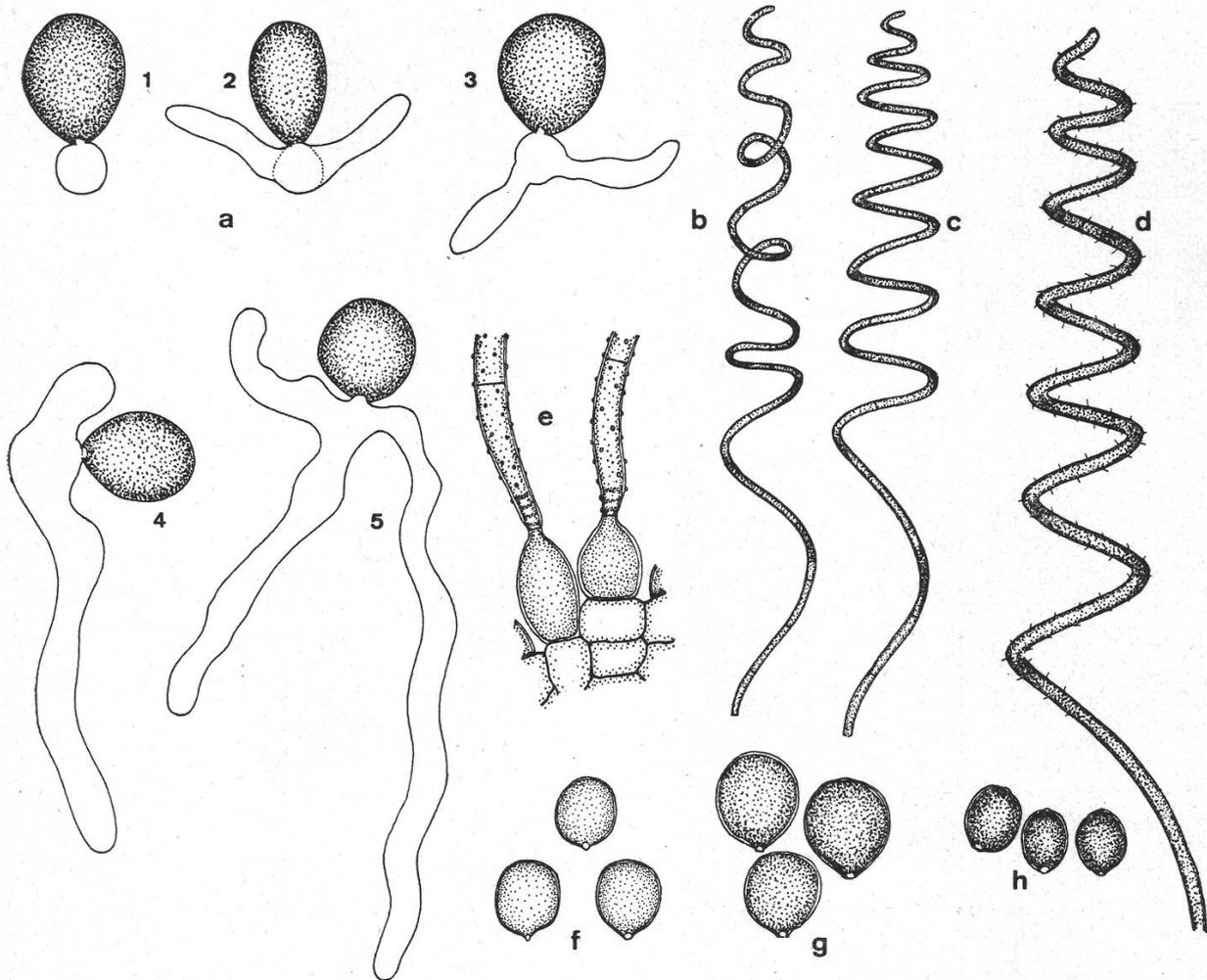


Abbildung 3

a: keimende Ascosporen von *Chaetomium uniporum*, Vergrößerung 1200mal, 1: durch die Keimpore austretende Plasmablase (nach 3 Stunden bei 37 °C), 2 und 3: anschliessende Bildung von Keimschläuchen, 4: Keimschlauch nach 4 Stunden, 5: Keimschläuche nach 6 Stunden Inkubation; b-d: Perithezienhaare von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 250mal, b und c: *Chaetomium uniporum*, b: unregelmässig gewunden, c: regelmässig gewunden (*Chaetomium apiculatum* hat gleichartige Haare), d: *Chaetomium hyderabadense*; e: Schnitt durch die äussere Perithezienwand von *Chaetomium uniporum*, die flaschenförmigen Basalzellen der Haare darstellend, Vergrößerung 1000mal; f-h: Ascosporen von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 1000mal, f: *Chaetomium apiculatum*, g: *Chaetomium uniporum*, h: *Chaetomium hyderabadense*

Das Merkmal «keulige» bzw. «zylindrische» Asci ist sicher nicht als Variation zu bezeichnen, und die Grössenunterschiede der Ascosporen scheinen uns signifikant, so dass wir eine Auftrennung in zwei verschiedene Arten für berechtigt halten. Beide Arten stehen sich aber verwandtschaftlich nahe, sie haben auch ähnliche Ernährungs- und Temperaturansprüche und gehören demselben Entwicklungstyp der Fruchtkörper an. Weitere Arten dieses Verwandtschaftskreises sind *Chaetomium brasiliense* Bat. et Pont. und *C. semen-citrulli* Sergejeva.

3. *Chaetomium gelasinosporum* nov. spec.

Perithecia late ellipsoidea, brunneolo-nigra, 140–200 μ latitudine, 150–240 μ longitudine, superficialia, in substrato sessilia, apicaliter poro rotundato aperta. Paries peritheciorum 15–20 μ crassitudine, cellulis isodiametricis 4–6 μ diam. compositus. Capilli apicales fusci, verrucosi et spinosi, basaliter recti, apicaliter cum spiris involuti. Capilli laterales recti, ad 100 μ longitudine. Asci clavati, p. sp. 20–25 \times 4–7 μ , octospori. Ascosporae late ellipsoideae, basaliter acutae, poro germinativo ab acumine lateraliter remoto praeditae, 7,7–10 \times 5,3–6,9 μ , fuscae, in parte exteriori lacunis 0,5–1,0 μ diametricis perforatae.

Typus lectus in terra ad Qûs (Aegyptus) 11.1.61.

Die breit ellipsoidischen, reif dunkelbraunen, 140–200 μ breiten und 150–240 μ hohen Fruchtkörper sitzen dem Substrat oberflächlich auf. Im Scheitel haben sie eine papillenförmige, von einem rundlichen Porus durchbohrte Mündung. Sie sind von einer 15–20 μ dicken Wand umgeben, die sich aus isodiametrischen, 4–6 μ grossen, nur nach aussen mit derben Wänden versehenen, innen dünnwandigen Zellen aufbaut. Jede der äusseren Zellen trägt eine kurze, zugespitzte, bis 10 μ , selten auch bis 20 μ lange, hellbraune, glatte oder oft körnig skulptierte Borste. Daneben entspringen der Fruchtkörperwand zahlreiche dunkelbraune, bis 200 μ lange, fein septierte Fruchtkörperhaare. Lateral sind diese kürzer und stets mehr oder weniger gerade, in der Scheitelregion der Perithechien dagegen länger, zunächst ebenfalls gerade, mit zunehmendem Alter aber in bis acht unregelmässig schraubige Windungen gedreht, an der Basis 5–6 μ , sonst 3,5–4,5 μ dick, an den Enden stumpf und heller. Aussen tragen die Haare bis 4 μ hohe, gerade oder etwas gekrümmte Dornen und dazu noch hellere, zuweilen aufgeplatzte Blasen, die manchmal die Haare kragenartig umfassen (Abb. 1 c, d, i).

Die im Innern der Fruchtkörper aus deren Basis büschelartig entspringenden Asci sind keulig und 20–25 \times 4–7 μ gross. Sie enthalten acht breit-ovale, nach den Enden verjüngte, am unteren Ende, aber deutlich von der Spitze entfernt, mit einem Keimporus versehene, 7,7–10 \times 5,3–6,9 μ grosse, braune Ascosporen. Kleine flache Grübchen von 0,5–1,0 μ

Durchmesser und in Längsreihen angeordnet zieren die Sporenmembran (Abb. 1g).

Über die Fruchtschicht wölbt sich ein hyalines, aus länglichen Zellen zusammengesetztes zartes Gewebe, das im Zentrum einen schmalen Mündungskanal freilässt.

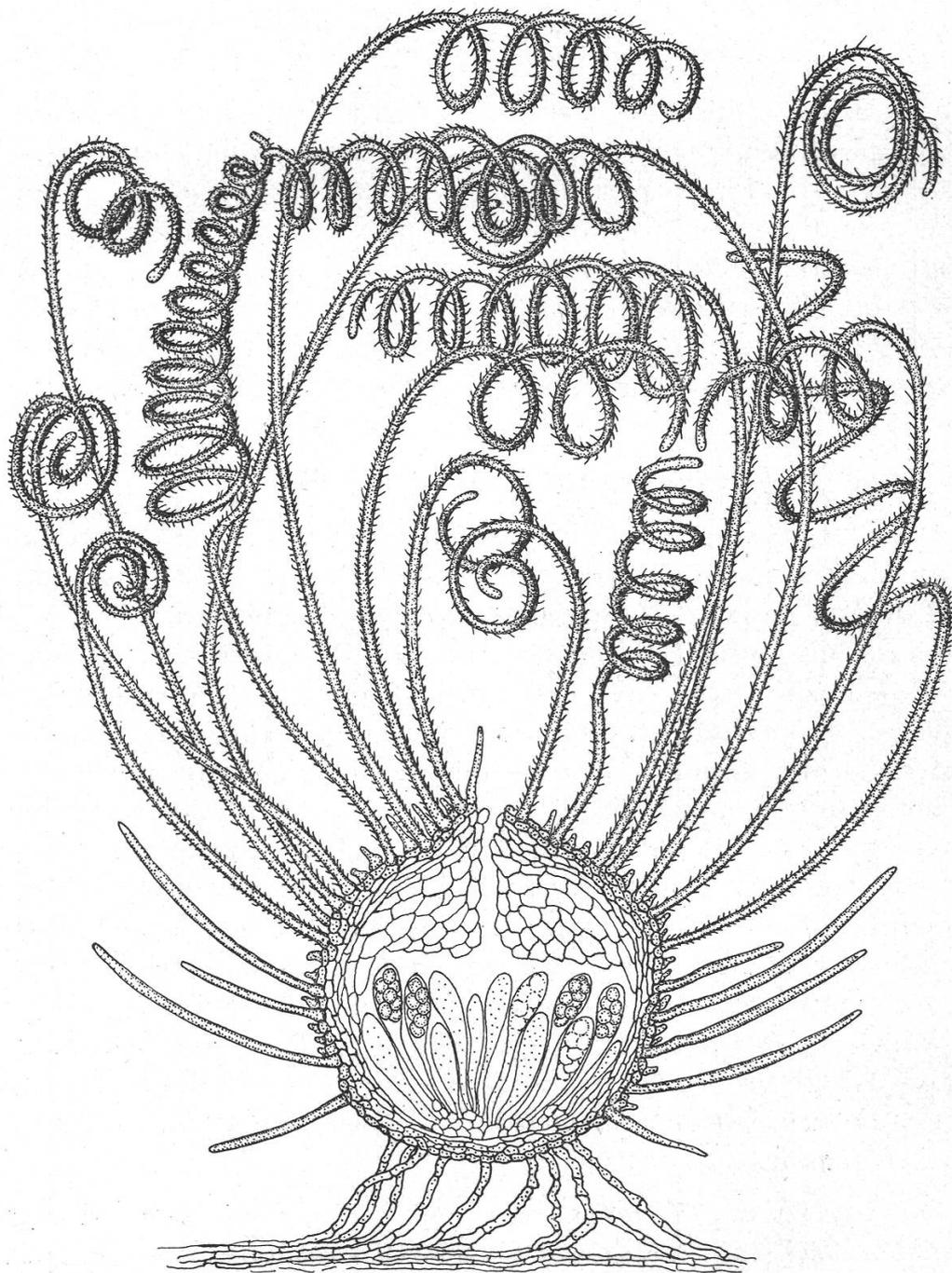


Abbildung 4

Chaetomium gelasinosporum, Schnitt durch ein Perithecium, Vergrößerung 250mal

Das Epitheton «*gelasinosporum*» bezieht sich auf die Grübchenstruktur der Ascosporenmembran. Die Ascosporen dieser neuen Art haben zwar wie die übrigen untersuchten Arten einen einzigen Keimporus, doch bricht dieser nicht an einem der beiden schwach zugespitzten Enden, sondern etwas seitlich hervor. Die Fruchtkörper tragen zwei Typen von Auswüchsen, nämlich den äusseren Wandzellen entspringende kurze Borsten und tiefer in der Wand verankerte, lange, dunkelbraune Haare (Abb. 1i). Ähnliche Haare entwickeln sich auch an den Thallushyphen, sind aber nur selten schraubig gekrümmt, auch bedeutend länger als die Fruchtkörperhaare (bis 2 mm) und manchmal auch verzweigt. Eigenartig ist die Skulptierung der Haare, wobei sich Thallushaare und Fruchtkörperhaare gleich verhalten. Neben relativ langen, aber feinen Dörnchen tragen sie Membranbläschen von unterschiedlicher Grösse und Form. Zuweilen kann eine derartige Blase das ganze Haar umfassen (Abb. 1d).

4. *Chaetomium venezuelense* Ames

Monogr. of Chaetomiaceae, p. 42 (1963)

Die hellbraunen, rund um den Scheitel dunkelbraunen Perithezien sitzen dem Substrat oberflächlich auf. Sie sind ellipsoidisch und messen 130–160 μ in der Breite und 170–200 μ in der Höhe. Ihre 10–15 μ dicke Wand ist aus rundlichen, hellbraunen, dünnwandigen, 6–8 μ grossen Zellen aufgebaut. Die Fruchtkörper tragen lateral nur wenige gerade abstehende, bis 90 μ lange und bis 4 μ breite stumpfe Haare. Im Scheitel dagegen stehen die Fruchtkörperhaare sehr dicht, schopffartig und neigen sich über dem rundlichen Mündungsporus zusammen. Sie sind unverzweigt, mit zahlreichen Quersepten versehen, bis 170 μ lang und wachsen in reifem Zustande am oberen stumpfen Ende in leicht abfallende, knorrig gekrümmte, mehrfach septierte Hyphenglieder aus. An ihrer Oberfläche sind sie mit voneinander weit entfernten Körnern skulptiert. Sowohl laterale als auch apikale Haare sind an ihrer Basis deutlich angeschwollen.

Die keuligen, büschelweise aus der Fruchtkörperbasis entspringenden Asci messen im sporenführenden Teil 20–25 \times 6–9 μ und enthalten acht Ascosporen. Diese sind breit ellipsoidisch, beidendig kurz zugespitzt und an einem Ende mit einem von der Spitze entfernten Keimporus versehen. Sie sind braun gefärbt und messen 7,7–9,2 \times 5,0–6,1 μ (nach Ames 7,5–9,0 \times 3,75–4,8 μ).

Untersucher Stamm: Isoliert aus Erdprobe von Qûs (Oberägypten), 9. 8. 65.

Chaetomium venezuelense wurde von Ames (1961) aufgrund eines einzigen Kulturstammes beschrieben; unsere Isolation ist wie diejenige von

Tabelle 1
Morphologische Merkmale von sechs *Chaetomium*-arten

Chaetomium- art	Thallus	Myzel- haare	Frucht- körper- größen in μ	Fruchtkörperhaare		Asci	Ascosporen	
				Dieke in μ	Morphologie		Stellung der Keim- pore	Größen in μ
<i>abuense</i> Stamm Lodha	Substratmyzel farblos, Luftmyzel wollig, weiss	fehlend	210-225 br. 225-240 h.	4,0-4,5	im oberen Drittel bis 4 unregelmässige, schraubige Windungen	keulig	in der Spitze	5,6-6,4 \times 4,8-5,2
<i>abuense</i> Stamm Aue und Müller	Substratmyzel farblos, Luftmyzel wollig, weiss	fehlend	100-130 br. 110-140 h.	4,0-4,5	im oberen Drittel bis 4 unregelmässige, schraubige Windungen	keulig	in der Spitze	4,9-6,5 \times 4,1-4,9
<i>uniporum</i>	Substratmyzel braunrot bis violett, kein Luftmyzel	spärlich	70-90 br. 90-110 h.	2,0-2,5	bis 20 unregelmässige bis regelmässige, schraubige Windungen	keulig	in der Spitze	7,7-10,8 \times 6,2-10,0
<i>apiculatum</i>	Substratmyzel schwarzbraun bis schwarz, kein Luftmyzel	ziemlich reichlich	105-120 br. 115-125 h.	2,0-2,5	bis 20 unregelmässige bis regelmässige, schraubige Windungen	zylind- risch	in der Spitze	6,2-8,5 \times 4,6-7,7
<i>hyderabadense</i>	Substratmyzel rötlichgelb, Luftmyzel spärlich, weiss	fehlend	110-160 br. 140-210 h.	4,0-4,5	bis 7 regelmässige, schraubige Windungen	keulig	in der Spitze	5,7-7,5 \times 4,1-6,0
<i>gelasinosporum</i>	Substratmyzel hellgrau, Luftmyzel spärlich, fein wollig, weiss	reichlich	140-200 br. 150-240 h.	4,0-4,5	in oberer Hälfte bis 8 unregelmässige, schraubige Windungen	keulig	seitlich	7,7-10,0 \times 5,3-6,9
<i>venezuelense</i>	Substratmyzel dunkelbraun bis schwarz, Luftmyzel wollig, weiss	reichlich	130-160 br. 170-200 h.	3,5-4,0	bogig gekrümmt, oben Hyphenglieder abschnürend	keulig	seitlich	7,7-9,2 \times 5,0-6,1

Chaetomium abuense der zweite bekannte Fund des Pilzes. Trotz der in ihrer Breite gegenüber den Angaben von Ames etwas abweichenden Ascosporen sind wir überzeugt, dass unsere Bestimmung richtig ist, da die übrigen Merkmale auch in den Einzelheiten mit der Originalbeschreibung übereinstimmen.

Die Art lehnt sich in der Fruchtkörperentwicklung, in der reichen Ausbildung von Myzelhaaren, in der Morphologie der Ascosporen mit einem seitlich durchbrechenden Keimporus stark an *Chaetomium gelasinosporum* an und stellt auch ähnliche Ansprüche an die Temperaturverhältnisse und an die Ernährung. Hingegen weicht sie in der Morphologie ihrer Fruchtkörperhaare von *Chaetomium gelasinosporum* und den übrigen hier erwähnten Arten in so charakteristischer Weise ab, dass sie schon aufgrund dieses Merkmals eindeutig bestimmbar ist.

Kulturversuche

Keimung der Ascosporen. Wir verfolgten die Keimung der Ascosporen mit Hilfe von Sporensuspensionen. Schrägagarkulturen mit reifen Perithezien wurden in sterilem destilliertem Wasser, dem zur Trennung der Ascosporen Natriumlaurylsulfonat zugesetzt worden war, aufgeschwemmt und anschliessend steril filtriert. Den Sporensuspensionen wurde eine Malz-Hefeextrakt-Lösung zugegeben und alle *Chaetomium*arten bis auf *C. hyderabadense* und *C. globosum* (27 °C) bei 37 °C inkubiert. Dabei interessierte uns vor allem die Funktion der Keimporen, die sich morphologisch so gut erkennen lassen. Ausserdem wollten wir prüfen, ob unsere Beobachtungen von stets nur einem Keimporus richtig waren. Dank der guten Keimbereitschaft der untersuchten Arten liess sich bestätigen, dass deren Ascosporen tatsächlich nur einen Keimporus besitzen. Da Whiteside (1961) entgegen der früheren Auffassung auch bei *Chaetomium globosum* Kunze (Typus der Gattung) nur eine einzige Keimpore an den Ascosporen feststellte, zogen wir auch diese Art für unsere Keimungsversuche heran. Danach können wir die Beobachtung von Whiteside bestätigen.

Die Keimung der Ascosporen verläuft bei den untersuchten Arten ähnlich. Schon nach drei Stunden Inkubation tritt durch die Keimpore von *Chaetomium uniporum* z.B. eine kugelige, von einer zarten Zellmembran umgebene Plasmablase aus und vergrössert sich, bis sie ein Drittel oder die Hälfte der Sporengrösse erreicht hat. Darauf – nach etwa fünf Stunden – beginnt sie nach einer oder zwei Richtungen mit Hyphen auszuwachsen, wobei die Querwandbildung vorerst noch unterbleibt. Die ersten Querwände bilden sich zwischen primären Plasmaballen und den aus ihnen hervorgehenden Hyphen. Auch bei allen anderen Arten entwickelt sich zunächst ein derartiger Plasmaballen, nur sitzt dieser bei

Chaetomium gelasinosporum z. B. entsprechend der Lage des Keimporus seitlich (Abb. 1h, 3a).

Thallusbildung. Reinkulturen auf Malzagar entwickeln sich bei allen Formen gut, sofern die Temperaturen überhaupt Wachstum erlauben. *Chaetomium abuense* bildet ein dicht wolliges, weisses Luftmyzel, in dem die dunklen Fruchtkörper meist ohne Substratberührung eingebettet liegen.

Die Thalli von *Chaetomium uniporum* und *C. apiculatum* wachsen vor allem im Substrat, das Luftmyzel ist sehr spärlich. Das Substrat nimmt allmählich eine braunrote bis violette bzw. schwarzbraune bis schwarze Färbung an. Ähnlich verhält sich auch *Chaetomium hyderabadense* mit einem hell rötlich-gelben Substratmyzel und einem spärlichen flockig-weissen Luftmyzel.

Alle drei Arten bilden die Perithezien in dichten Rasen auf dem Substrat und zeichnen sich durch eine blaugraue Färbung der Fruchtkörper aus.

Chaetomium gelasinosporum hat ein hellgraues Substratmyzel und ein fein wolliges, manchmal weitgehend unterdrücktes Luftmyzel. Dazwischen stehen aber zahlreiche, bis 2 mm hohe bräunliche Haare, zwischen denen die fast schwarzen, im Vergleich zu den übrigen Arten grossen Perithezien einzeln oder in kleinen Gruppen entwickelt werden.

Der Thallus von *Chaetomium venezuelense* dagegen ist schwarz, an der Oberfläche nur stellenweise von einem niederen, wolligen, weissen Luftmyzelrasen bedeckt. Auch diese Art hat zahlreiche Myzelborsten, doch erreichen sie selten eine Höhe von 200 μ und treten deshalb nicht hervor. Die in unregelmässigen Gruppen sich bildenden Perithezien sind reif cognacfarben; ihre terminalen Haare biegen sich bei Trockenheit wie bei einer sich entfaltenden Blüte nach aussen.

Temperaturansprüche. Wie schon eingangs erwähnt, handelt es sich bei allen untersuchten Arten um wärmetolerante Formen, am wenigsten ausgeprägt bei *Chaetomium hyderabadense*, das seine Wachstumsgrenze schon bei 37 °C erreicht. Die übrigen Stämme ertragen durchwegs höhere Temperaturen, so *Chaetomium gelasinosporum* noch 42 °C, *C. abuense* und *C. apiculatum* 44 °C und *C. uniporum* sowie *C. venezuelense* 46 °C.

Das Temperaturmaximum für die Fruchtkörperbildung liegt bei allen Arten bei etwas tieferen Temperaturen; keine der Arten vermag Fruchtkörper bei Temperaturen über 37 °C zu entwickeln, *Chaetomium hyderabadense* entsprechend der niederen Wachstumsgrenze nur noch bei 33 °C. Das Optimum für die Fruktifikation liegt mit Ausnahme von *Chaetomium venezuelense* bei 27–30 °C, bei *C. venezuelense* bei 30–33 °C.

Die minimalen Temperaturanforderungen für das Wachstum liegen verhältnismässig niedrig, am niedrigsten bei *Chaetomium hyderabadense* mit

9 °C. *Chaetomium uniporum*, *C. apiculatum* und *C. gelasinosporum* haben ihr Wachstumsminimum bei 12 °C, während *Chaetomium abuense* und *C. venezuelense* erst bei 15 °C zu wachsen beginnen. Bei den tiefsten Temperaturen, die für das Wachstum noch ausreichen, konnten wir keine Perithezienbildung beobachten. *Chaetomium hyderabadense*, *C. uniporum* und *C. apiculatum* beginnen bei 15 °C mit der Entwicklung von Fruchtkörpern, *C. abuense* und *C. gelasinosporum* bei 18 °C und *C. venezuelense* erst bei 24 °C. Immerhin ist bei allen Arten der Temperaturbereich, innerhalb dessen sie wachsen können, relativ weit, und mit Ausnahme von *Chaetomium venezuelense* kann sich auch die Fruktifikation innerhalb eines recht weiten Schwankungsbereiches abspielen.

Nährstoffansprüche. Da wir mit unseren Kulturversuchen zunächst nur anstrebten, das Wachstum der Thalli und die Fruchtkörperentwicklung zu verfolgen und reife, für unsere morphologischen Untersuchungen geeignete Perithezien in genügender Zahl heranwachsen zu lassen, verwendeten wir zuerst nur unsere üblichen Laboratoriumsnährböden, wie Malzagar (mit und ohne Hefeextrakt), Hafermehlagar u. a. natürliche Substrate. Um den Bedarf einzelner Nährstoffkomponenten zu erfassen, ist es aber notwendig, Nährböden bekannter Zusammensetzung anzubieten. Mit Hilfe derartiger Untersuchungen fanden wir, dass alle erwähnten *Chaetomium*-arten sowohl mit Ammonstickstoff (in Form von Ammoniumphosphat, Ammoniumsulfat) als auch mit Nitrat (in Form von Kaliumnitrat) als einzige Stickstoffquellen wachsen, sofern alle anderen essentiellen Nährstoffkomponenten dazugegeben werden (Schwefel, Phosphor, Kalium, Magnesium, Eisen, Mangan, Zink in Form von Salzen, Kohlenstoff z. B. in Form von Glukose). Es ist aber zu berücksichtigen, dass einzelne Arten nicht imstande sind, ihren Vitaminbedarf selber zu decken. Diesen haben wir dann noch Vitamine in Form von Hefeextrakt angeboten. Es handelt sich um *Chaetomium hyderabadense*, *C. uniporum*, *C. venezuelense* und *C. apiculatum*.

Anders als bei *Chaetomium trigonosporum* (Marchal) Chivers (Corlett, 1966), welches auf synthetischen Nährböden keine Fruchtkörper zu bilden vermag, bildeten *Chaetomium abuense*, *C. gelasinosporum* und *C. venezuelense* ohne weiteres reife Fruchtkörper auf einem Agarnährboden mit 0,5 g/l Ammoniumnitrat, 0,5 g/l Magnesiumsulfat, 1,0 g/l Kaliumphosphat (KH_2PO_4), 0,4 g/l Natriumphosphat (Na_2HPO_4), Spuren von Fe-, Zn- und Mn-Sulfat sowie 5 g/l Glukose.

Die Arten der Gattung *Chaetomium* werden häufig generell als Beispiele für zelluloseabbauende Pilze erwähnt. Versuche darüber sind aber nur bei einer geringen Zahl von Arten durchgeführt worden. Die bekannteste ist *Chaetomium globosum*, doch hat Ames (1949, 1950, 1951) einige weitere Arten erwähnt, bei denen er die Fähigkeit zum Abbau von Zellulose vermutete. Es schien uns daher sinnvoll, unsere Arten darauf hin zu

prüfen, mussten aber auf eine quantitative Auswertung verzichten. Für unsere Versuche verwendeten wir sogenanntes aschefreies Filterpapier (Schleicher und Schuell, 589/2 Weissband), das uns als Faltenfilter zugeschnitten zur Verfügung stand. Nach Angaben der Herstellerfirma enthalten diese Faltenfilter noch 10–15 mg organisch gebundenen Stickstoff. Die Verwertung des damit verbundenen Kohlenstoffes ist ungewiss und kann vernachlässigt werden.

Die Filterpapierhütchen stellten wir in eine Nährlösung folgender Zusammensetzung:

$(\text{NH}_4)\text{NO}_3$	1 g/l
MgSO_4	1 g/l
KH_2PO_4	1 g/l
Na_2HPO_4	0,4 g/l
Spuren von Fe-, Mn- und Zn-Sulfat	

Um auch diejenigen Pilze auf ihre Fähigkeit zum Zelluloseabbau zu prüfen, die nicht ohne Vitamine wachsen, haben wir noch Salzlösungen mit 1 g/l Hefeextrakt verwendet. Bei der Auswertung der Versuche begnügten wir uns nicht nur mit der Feststellung von Wachstum und Fruktifikation, sondern versuchten auch bei positivem Befund die für den Abbau verantwortliche Zellulase nachzuweisen. Dazu wendeten wir eine Methode an, die von Hazra, Bose und Guho (1958) beschrieben und an unserem Institut weiterentwickelt wurde. Wir danken Fräulein Berta Aebi, dipl. Naturwissenschaftlerin, für ihre freundliche Mithilfe bei diesen Testen.

Nach diesen Versuchen vermögen alle untersuchten Arten Zellulose als Kohlenstoffquelle zu verwerten.

Tabelle 2

Ergebnisse von Kulturversuchen mit sechs *Chaetomium*arten

<i>Chaetomium</i> -art	Typ der Fruchtkörperentwicklung ¹	Maximaltemperatur in °C		Minimaltemperatur in °C		Vitaminernährung
		Wachstum	Fruchtkörperbildung	Wachstum	Fruchtkörperbildung	
<i>abuense</i>	<i>globosum</i>	44	37	15	18	autotroph
<i>uniporum</i>	<i>brasiliense</i>	46	37	12	15	heterotroph
<i>apiculatum</i>	<i>brasiliense</i>	44	37	12	15	heterotroph
<i>hyderabadense</i>	<i>globosum</i>	37	33	9	15	heterotroph
<i>gelasinosporum</i>	<i>brasiliense</i>	42	37	12	18	autotroph
<i>venezuelense</i>	<i>brasiliense</i>	46	37	15	24	heterotroph

¹ Über Fruchtkörperentwicklungstypen vergleiche S. 201

Fruchtkörperentwicklung

Obwohl sich die ersten Stadien der Fruchtkörperentwicklung bei *Chaetomium*-arten verhältnismässig leicht in Reinkulturen verfolgen lassen, liegen erst wenige Untersuchungen darüber vor, darunter wiederholt die des Gattungstypus *Chaetomium globosum* Kunze.

Whiteside (1957, 1961) hat sich am eingehendsten mit den damit zusammenhängenden Fragen beschäftigt und versucht, nicht nur die Ergebnisse seiner eigenen Untersuchungen, sondern auch die sich zum Teil allerdings widersprechenden älteren Literaturangaben zu diskutieren. Er gelangte zu dem Schluss, innerhalb der Gattung *Chaetomium* müssten mindestens zwei Entwicklungstypen unterschieden werden, die als «*globosum*-Typ» und als «*brasiliense*-Typ» bezeichnet werden können. In beiden Fällen entwickeln sich am Myzel Hyphenverzweigungen, die der Autor wie auch Greis (1941), F. und M^{me} Moreau (1953), van der Weyen (1954), Corlett (1966) und Berkson (1966) als Ascogone (weibliche Gametangien) interpretieren. Während sich beim «*globosum*-Typ» das Ende des einzelligen Ascogons einkrümmt und allmählich eine mehr oder weniger komplizierte Schlinge bildet, windet sich beim «*brasiliense*-Typ» das Ende des in Zellen gegliederten Ascogons regelmässig schraubig um den älteren, gerade verlaufenden Teil. Später werden die Ascogone beider Typen von Hyphen umspinnen, die entweder aus den Basalzellen der Ascogone selber oder aus den diese tragenden Hyphen herauswachsen. Sie hüllen das Ascogon vollständig ein und bilden so die Peridie, aus der sich verhältnismässig früh die artspezifischen Haare entwickeln.

Leider sind die Befruchtungsverhältnisse bei keiner Art sichergestellt. Bei *Chaetomium globosum* konnten Whiteside (1961) und van der Weyen (1954) die Angabe von Greis (1941) nicht bestätigen, wonach aus einem Antheridium heraus Kerne in das Ascogon übertreten und dieses damit befruchten sollen. Beide Autoren konnten derartige Stadien nie beobachten. Nach Whiteside sind die ascogenen Hyphen von *Chaetomium globosum* (an denen später die Asci entstehen) auch nicht dikaryontisch; es ist aber nicht geklärt, ob der einzige Kern in diesen Zellen haploid oder diploid ist. Die Asci werden nicht an Haken gebildet, sondern gehen direkt aus den Enden der ascogenen Hyphen hervor, wie es Emmons (1932) für *Thielavia sepedonium* Emmons nachgewiesen hat. Corlett (1966) und Berkson (1966) fanden ein ähnliches Verhalten bei *Chaetomium trigonosporum* (Marchal) Chivers bzw. *C. aureum* Chivers und *C. murorum* Corda. *Chaetomium trigonosporum* weicht aber etwas ab, da die Zellen der ascogenen Hyphen zunächst mehrkernig werden, sich später stark teilen und zuletzt einkernig sind.

Umstritten sind die Verhältnisse bei *Chaetomium aureum*. Während Whiteside (1961) diese Art dem «*brasiliense*-Typ» zuordnet, findet

Berkson (1966) bei ihr eine gleiche Entwicklung wie bei *Chaetomium globosum*. Leider fehlen bei beiden Autoren nähere Angaben über die Morphologie der untersuchten Pilze; es ist nicht auszuschliessen, dass unter dem Namen «*C. aureum*» verschiedene Arten untersucht wurden.

Bei *Chaetomium brasiliense* hingegen enthalten die Zellen der ascogenen Hyphen je zwei Kerne, sind also dikaryontisch, und die Ascusbildung wird durch Haken eingeleitet. In den jungen Ascii würde dann zunächst Karyogamie und unmittelbar daran anschliessend die Reduktionsteilung erfolgen. Die weitere Entwicklung in den Perithecieen verläuft bei beiden Typen ähnlich, doch fehlen *Chaetomium brasiliense* die bei *Chaetomium globosum* (vgl. von Arx und Müller, 1954, und Gäumann, 1964) ausgebildeten Paraphysen.

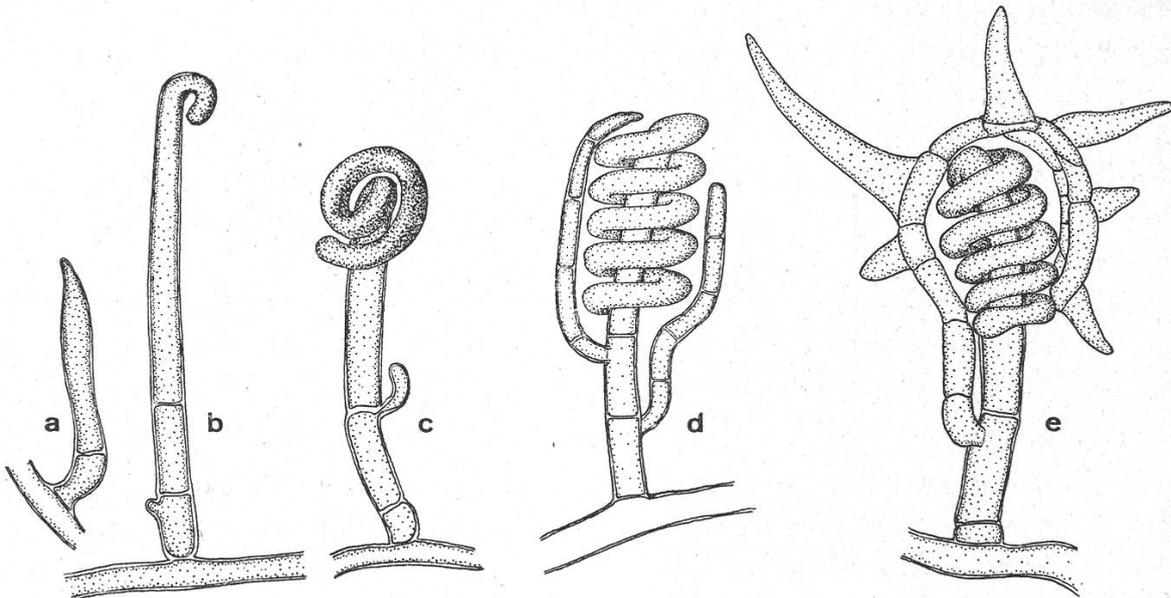
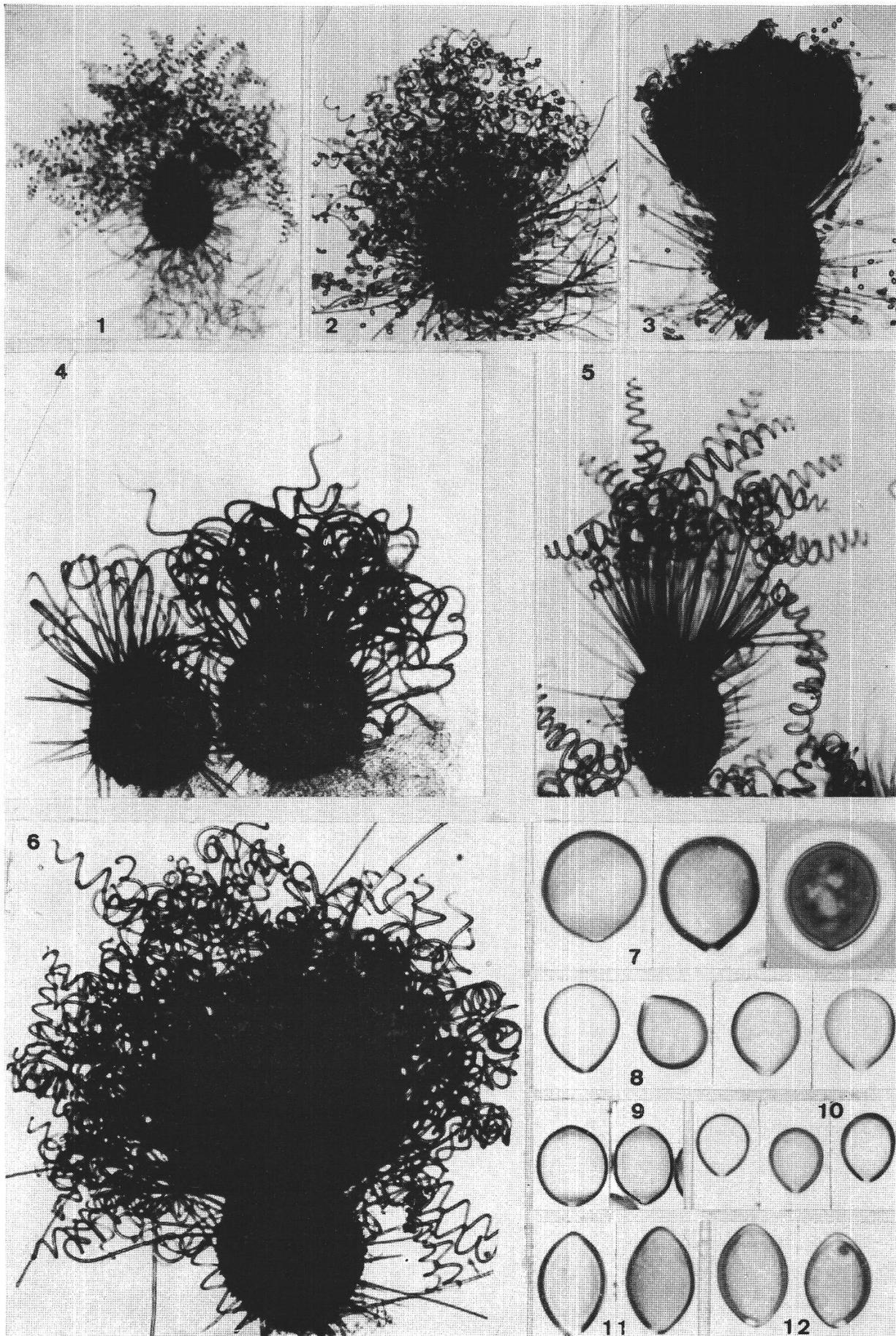


Abbildung 5

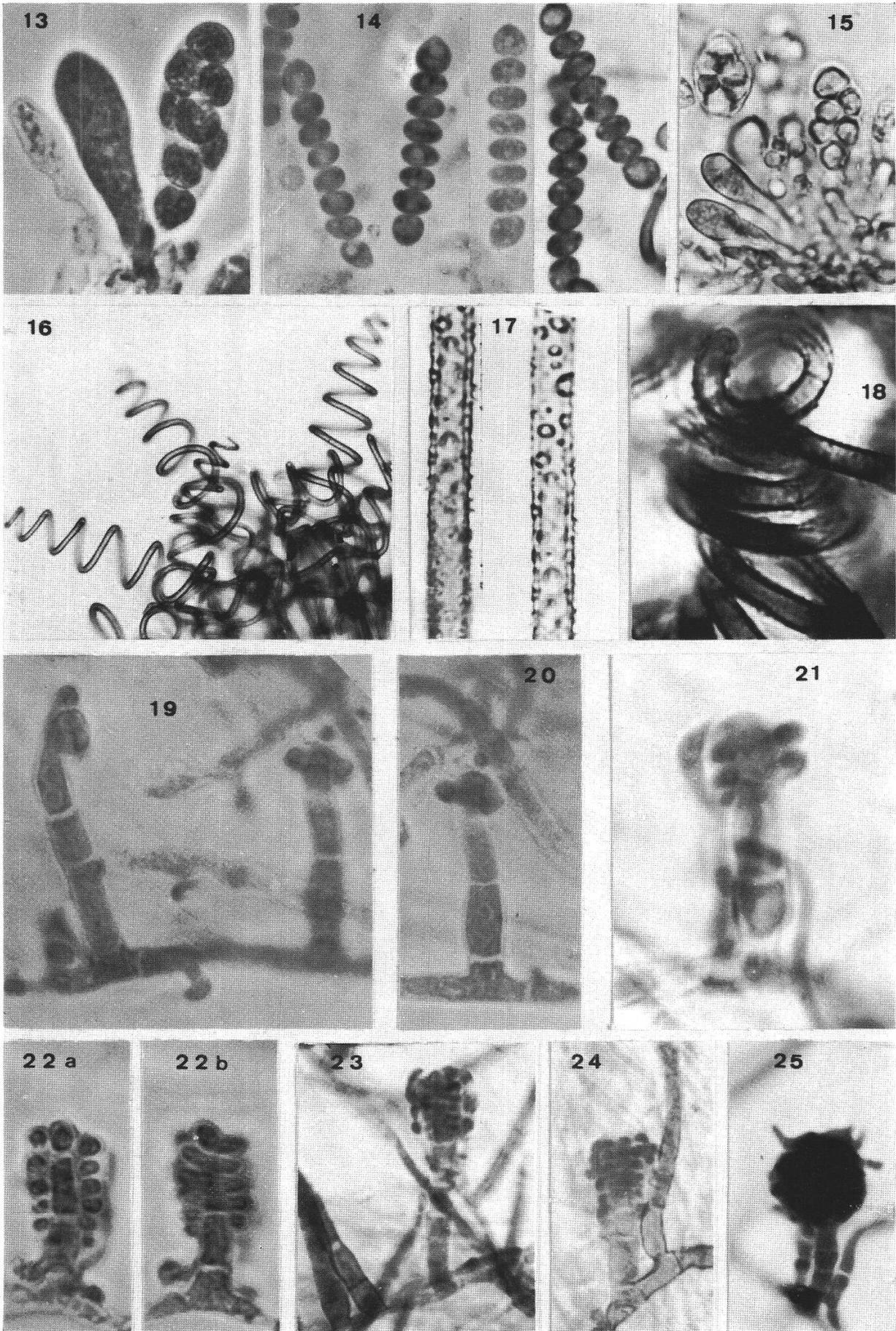
Chaetomium uniporum. Anfangsstadien der Perithecieentwicklung, Vergrösserung 1200-mal. a: junges Ascogon, sich als stärker mit Baumwollblau färbbare Seitenhypho heraushebend; b: das junge Ascogon krümmt sich an der Spitze ein, an der Basis lassen sich zwei Basalzellen erkennen; c: die obere Zelle des Ascogons beginnt sich um den gerade verlaufenden Teil zu winden, während aus einer Basalzelle eine Seitenverzweigung hervorgeht; d: vollentwickeltes Ascogon mit Schraubenstruktur; die aus den Basalzellen hervorgegangenen Hyphen beginnen die Schraube zu umwachsen; e: Ascogonschraube mit beginnender Peridienbildung; aus der Peridie entwickeln sich die ersten Peritheciehaare

Soweit wir die Verhältnisse bei den von uns untersuchten Arten verfolgt haben – eine Abklärung der Kernverhältnisse haben wir nicht unternommen –, können wir die Befunde von Whiteside (1961) bestätigen. Auch bei *Chaetomium uniporum* und *C. apiculatum*, die wir beide nach morphologischen Gesichtspunkten dem *Chaetomium brasiliense* nahe-

Tafel I



Tafel II



stellen müssen, bilden sich zunächst Myzelhaare, zwischen denen sich Ascogone mit schraubiger Windung der Spitze entwickeln (Abb. 5, Tafel II, 19–25). Die darauf folgenden Stadien entsprechen ebenfalls denen von *Chaetomium brasiliense*, die Peridie geht aus sich stark verzweigenden Seitenhyphen der Ascogonbasiszellen hervor, die Asci entwickeln sich nach dem Hakentyp, und es fehlen Paraphysen zwischen den Asci. *Chaetomium gelasinosporum* und *C. venezuelense* gehören ebenfalls dem «*brasiliense*-Typ» an. Bei diesen Arten scheinen aber die Myzelhaare nicht obligatorisch an die Zonen des Thallus gebunden zu sein, in denen sich Perithezien entwickeln. Die Myzelhaare sind gleichmässig dicht über den ganzen Thallus verteilt.

Chaetomium abuense und *C. hyderabadense* verhalten sich wie *Chaetomium globosum*, in beiden Fällen entwickeln sich die Asci ohne Haken an ascogonen Hyphen. Wir haben aber auch bei diesen zwei Arten keine Paraphysen feststellen können.

Vermutlich vollzieht sich die Befruchtung bei beiden Typen autogam, wobei die Diploidisierung beim «*brasiliense*-Typ» im Ascus vollzogen würde. Für den «*globosum*-Typ» könnte diese schon im Ascogon erfolgen, doch deutet Corlett (1966) für das homothallische *Chaetomium trigonosporum* noch eine andere Möglichkeit an. Die ascogonen Zellen, aus denen Asci hervorgehen, sind einkernig, die jungen Asci zunächst zweikernig. Diese beiden aus einer Mitose hervorgegangenen Zellkerne würden dann fusionieren, worauf die normale Abwicklung der Meiose möglich wäre. Es treten demnach beim «*globosum*-Typ» in den Einzelheiten noch nicht überblickbare Störungen im Sexualverhalten auf.

Tafel I

Figuren 1–6: Fruchtkörper von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 100mal, 1: *Chaetomium uniporum*, 2: *C. apiculatum*, 3: *C. venezuelense*, 4: *C. abuense* (Isolation von Qûs, links junger, rechts reifer Fruchtkörper), 5: *C. hyderabadense*, 6: *C. gelasinosporum*; Figuren 7–12: Ascosporen von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 1500mal, 7: *Chaetomium uniporum*, 8: *C. apiculatum*, 9: *C. hyderabadense*, 10: *C. abuense*, 11: *C. gelasinosporum*, 12: *C. venezuelense*

Tafel II

Figuren 13–15: Asci von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 13 und 14: 800mal, 15: 600mal, 13: *Chaetomium uniporum*, 14: *C. apiculatum*, 15: *C. hyderabadense*; Figuren 16–18: Fruchtkörperhaare von *Chaetomium*arten, Vergrößerung 16: 200mal, 17 und 18: 1500mal, 16: *Chaetomium hyderabadense*, 17: *C. gelasinosporum*, 18: *C. uniporum*; Figuren 19–25: Entwicklung der jungen Perithezien von *C. uniporum*, Vergrößerung 19–22: 1500mal, 23–25: 800mal, 19 und 20: junge Ascogone, deren Enden sich einkrümmen, 21: Ascogon mit einigen schraubigen Windungen, die aus den Basalzellen hervorgehenden Seitenhyphen legen sich um die Schraube, 22: vollentwickelte Ascogonschraube, a und b sind verschiedene Ebenen, 23 und 24: verschiedene Stadien der Peridientwicklung, 25: junger Fruchtkörper mit beginnender Bildung der Perithezienhaare aus der Peridie heraus

Diskussion

In seiner Monographie über die Gattung *Chaetomium* legte Ames (1961) das Hauptgewicht bei seiner systematischen Einteilung auf die Morphologie der Fruchtkörperhaare. Er benutzte diese nicht nur für die Charakterisierung der Arten, sondern fasste auch Formen mit ähnlichen Haartypen zu Sektionen zusammen. Diese Einteilung von Ames haben Mazzucchetti (1965) und etwas vereinfacht Udagawa (1960) ebenfalls angewendet. Sörgel (1960) vertrat demgegenüber die Auffassung, die Morphologie der Ascosporen sei besser geeignet, natürliche Verwandtschaftsgruppen zu charakterisieren und demonstrierte dies an einigen Beispielen, wobei er den Schwerpunkt auf Form und Farbe der Ascosporen legte.

In dieser Auffassung, die Morphologie der Ascosporen höher zu werten als bisher, stimmen wir mit Sörgel (1960) überein, während über seine Beurteilung anderer Merkmale zu diskutieren wäre.

Die morphologischen Besonderheiten der Ascosporen sind bis jetzt nicht erschöpfend beachtet worden. Neben Form, Farbe und Grösse haben wir insbesondere den Keimporus Aufmerksamkeit geschenkt und daneben auch auf die Ausgestaltung der Sporenoberfläche geachtet. Die wenigen untersuchten Arten genügen natürlich nicht, um die systematische Gliederung der Gattung zu diskutieren. Nachdem Whiteside (1961) die Art *Chaetomium globosum* als einkeimporig erkannt hat und wir bei unseren Formen jeweils nur einen Keimporus an den Ascosporen nachgewiesen haben, wäre z. B. noch abzuklären, ob und welche der bisher beschriebenen *Chaetomium*-arten überhaupt zweikeimporige Ascosporen besitzen.

Bei der Beurteilung der artcharakteristischen Peritheciehaare, die wir nach wie vor als gute Merkmale betrachten, ist es unumgänglich, mit den im Laufe der Perithecieureifung auftretenden Änderungen zu rechnen, z. B. ist die Zahl der Windungen bei schraubig gewundenen Haaren vom Alter der Fruchtkörper abhängig. Haare jüngerer Perithecieen von *Chaetomium uniporum* haben oft längere Zeit kaum mehr als 7 Windungen, Haare älterer dagegen bis zu 20. Stützen sich Beschreibungen auf die Untersuchung nicht voll ausgereifter Fruchtkörper, muss mit Fehlern gerechnet werden. Die Unterschiede in der Beschreibung von *Chaetomium hyderabadense* (Salam und Nusrath, 1959) und der von uns festgestellten Merkmalsausprägung lässt sich so leicht erklären. Neben der äusseren Form müssen bei den Haaren auch Farbe, Dicke, Oberflächenskulptierung sowie die Art ihrer Verankerung in der Fruchtkörperwand zur Charakterisierung herangezogen werden.

Die Perithecieen sind im allgemeinen in Form und Grösse variabler, dazu bei einer grossen Zahl von Arten sehr ähnlich und deshalb zur Arten-

trennung weniger geeignet. Einige Arten lassen sich leicht aufgrund ihrer Perithezien erkennen, und zuweilen zeigen sie doch charakteristische Merkmale, wie z. B. die Fruchtkörper von *Chaetomium hyderabadense*, die rund um den Scheitel eine dunkle Zone aufweisen und deren Haarschopf sich als Ganzes vom Perithecium löst.

Die Gestalt der Asci – keulig oder zylindrisch – scheint konstant zu sein und kann wie im Falle von *Chaetomium uniporum* mit keuligen, im Falle von *C. apiculatum* mit zylindrischen Asci gut zur Trennung von sich sonst nahe stehenden Arten dienen, wie dies auch Whiteside (1961) feststellen konnte.

Neben der Morphologie sollten auch leicht erfassbare ökologische Eigenschaften herangezogen werden. Udagawa (1960) gibt stets an, ob Wachstum bei 37 °C möglich oder nicht möglich ist. Von den 24 von ihm berücksichtigten Arten wachsen 12 nicht, 7 schlecht und nur 5 gut bei dieser Temperatur. Von den von uns geprüften 6 Arten hat eine einzige (*Chaetomium hyderabadense*) bei 37 °C ihre Wachstumsgrenze erreicht, die übrigen wachsen gut und zeigen auch über 40 °C noch Wachstum. Mit Hilfe der Temperaturverträglichkeit bzw. -anforderungen lassen sich demnach wertvolle Hinweise zur Trennung von Arten gewinnen.

Leider sind die Untersuchungen an *Chaetomium*-arten über die Perithezienentwicklung noch zu wenig zahlreich, als dass auch diese für die systematische Gliederung der Gattung herangezogen werden dürften. Die Untersuchungen von Whiteside (1961), Corlett (1966) und Berkson (1966) haben bedeutsame Hinweise für das Bestehen verschiedener Entwicklungstypen gegeben, die wir auch an unserem Material beobachten konnten. Danach scheint bei einer relativ grossen Zahl von Arten die Diploidisierung autogam zu erfolgen, wobei sich zwei Typen unterscheiden lassen. Daneben existieren aber auch heterothallische Arten (Fox, 1953, und Tveit, 1955), bei denen normale Befruchtungen stattfinden müssen.

Innerhalb der Gattung *Chaetomium* treten also mehrere Typen von Fruchtkörperentwicklung auf. Als Folge davon können nebeneinander Arten mit relativ starker Variabilität (bei normaler Befruchtung) und solche mit konstanten Merkmalen (im Falle von Autogamie) auftreten. Im letzteren Fall können Gruppen von mehreren Kleinarten entstehen, welche sich in nur wenigen Merkmalen unterscheiden, in diesen jedoch konstant sind. Als Beispiel dafür konnten wir *Chaetomium uniporum* und *C. apiculatum* untersuchen.

Zusammenfassung

Vier aus einer in Ägypten gesammelten Erdprobe isolierte Arten von *Chaetomium* Kunze, nämlich *Chaetomium abuense* Lodha, *C. uniporum* nov. spec., *C. gelasinosporum* nov. spec. und *Chaetomium venezuelense* Ames, werden beschrieben, abgebildet und mit anderen verwandten Arten der Gattung verglichen. Alle untersuchten Arten sind thermotolerant. Die Ascosporen der erwähnten Arten haben einen einzigen Keimporus. Bei *Chaetomium gelasinosporum* und *C. venezuelense* ist dieser Porus seitlich etwas von der Spitze entfernt; bei den übrigen befindet er sich an der schwach vorstehenden Ascosporenspitze. Die Thallusentwicklung und die Bildung von Fruchtkörpern wurden unter verschiedenen Kulturbedingungen verfolgt, die Sporenkeimung beobachtet und einige Versuche zur Klärung der Nährstoffansprüche durchgeführt.

Résumé

Quatre espèces de *Chaetomium* Kunze isolées à partir d'un échantillon de terre prélevé en Egypte, à savoir *Chaetomium abuense* Lodha, *C. uniporum* nouv. esp., *C. gelasinosporum* nouv. esp. et *C. venezuelense* Ames, sont décrites, dessinées et comparées à d'autres espèces apparentées du genre *Chaetomium*. Toutes les espèces étudiées sont thermotolérantes. Les ascospores des espèces mentionnées ont un seul pore germinatif. Chez *Chaetomium gelasinosporum* et *C. venezuelense*, ce pore est latéral, un peu éloigné du sommet; chez les autres il se trouve sur une faible saillie du sommet. Le développement du thalle et la formation des périthèces sont suivis dans différentes conditions de culture; la germination des spores est observée et quelques recherches sont faites dans le but d'éclaircir les besoins nutritifs.

Summary

Four species of the ascomycete genus *Chaetomium* Kunze, isolated from egyptian soil, namely *Chaetomium abuense* Lodha, *C. uniporum* nov. spec., *C. gelasinosporum* nov. spec. and *C. venezuelense* Ames are described, figured and compared with related species. All the species are thermotolerant. The ascospores have only one germ pore, which in the cases of *Chaetomium gelasinosporum* and *C. venezuelense* is situated laterally, in the others at the apiculum. Thallus- and fruitbody development have been observed under different conditions and some experiments have been undertaken to clear up the behaviour of germinating ascospores and to get some facts on nutrition.

Literatur

- Ames L.M. 1949. New cellulose destroying fungi isolated from military material and equipment. *Mycologia* **41**, 637–648.
- 1950. New species of cellulose destroying fungi (II). *Mycologia* **42**, 642–645.
- 1951. New cellulose destroying fungi. *Mycologia* **43**, 29–33.
- 1961. A monograph of Chaetomiaceae. US Army Research and Development series, No. 2, 1–125.
- Arx von J.A. und E.Müller. 1954. Die Gattungen der amersporen Pyrenomyceten. Beitr. Krypt.fl. Schweiz. **11**, (1), 1–434.
- Berkson B.M. 1966. Cytomorphological studies of the ascogenous hyphae in four species of *Chaetomium*. *Mycologia* **58**, 125–130.
- Corlett M. 1966. Perithecium development in *Chaetomium trigonosporum*. *Can. J. Bot.* **44**, 155–162.
- Emmons C.W. 1932. The development of the ascocarp in two species of *Thielavia*. *Bull. Torrey Bot. Club* **59**, 415–422.
- Fox R.A. 1953. Heterothallism in *Chaetomium*. *Nature (London)* **172**, 165.
- Gäumann E. 1964. Die Pilze. Birkhäuser-Verlag, Basel, 541 S.
- Greis H. 1941. Befruchtungsvorgänge in der Gattung *Chaetomium*. *Jahrb. wiss. Bot.* **90**, 223–254.
- Hazra A.K., S.K.Bose und B.C.Guha. 1958. A rapid method of cellulolytic power of fungi. *Sci. et Culture* **24**, 9.
- Lodha B.C. 1964. Studies in coprophilous fungi I. *Chaetomium*. *J. Indian Bot. Soc.* **43**, 121–140.
- Mazzucchetti G. 1965. Microfungi della cellulosa e della carta, attività e inquadramento sistematico. Il genere *Chaetomium*. Pubbl. dell'ente nazionale per la cellulosa e per la carta, Roma, 362 S.
- Moreau F. und Mme Moreau 1953. Etude de développement de quelques Aspergillacées. *Rev. Mycol.* **18**, 165–180.
- Salam M.A. und M.Nusrath. 1959. A new species of *Chaetomium* from Hyderabad. *J. Indian Bot. Soc.* **38**, 543–545.
- Sörgel G. 1960. Zum Problem der Trennung von Arten bei Pilzen, dargestellt am Beispiel der Ascomycetengattung *Chaetomium*. *Archiv. Mikrobiol.* **36**, 51–66.
- Tveit M. 1955. Heterothallism in *Chaetomium* spp. and its relation to antibiotic producing capacity. *Acta Pathol. et Microbiol. Scand.* **37**, 429–433.
- Udagawa Shun-ichi. 1960. A taxonomy study on the Japanese species of *Chaetomium*. *J. Gen. Appl. Microbiol.* **6**, 223–251.
- van der Weyen A. 1954. L'évolution nucléaire et les hyphes ascogènes chez *Chaetomium globosum* Kunze. *La Cellule* **56**, 211–226.
- Whiteside W.C. 1957. Perithecial initials of *Chaetomium*. *Mycologia* **49**, 420–425.
- 1961. Morphological studies in the Chaetomiaceae I. *Mycologia* **53**, 512–523.