

© 1969 J. CRAMER
PUBLISHER IN LEHRE

Anschriften der Autoren:

Prof. Dr. H. Zycha

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Forstpflanzenkrankheiten
D - 351 Hann. Münden, Kasseler Str. 22

Dr. R. Siepmann

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Forstpflanzenkrankheiten
D - 351 Hann. Münden, Kasseler Str. 22

Frau Dr. G. Linnemann

Forstbotanisches Institut der Universität Göttingen,
D - 351 Hann. Münden, Werraweg 1



PRINTED IN GERMANY

31. X. 1969

Umschlagentwurf H. Kliefloth, Hann. Münden

Inhalt

1. Vorwort	VII
2. Einführung	1
3. Mucorales	2
1. Fam.: Mucoraceae	3
I. Mucor	4
A. Sect. <i>Genevensis</i>	5
B. Sect. <i>Sphaerosporus</i>	8
C. Sect. <i>Racemosus</i>	17
D. Sect. <i>Fragilis</i>	23
E. Sect. <i>Hiemalis</i>	27
F. Sect. <i>Flavus</i>	35
G. Sect. <i>Mucedo</i>	41
II. <i>Parasitella</i>	49
III. <i>Zygorhynchus</i>	50
IV. <i>Gilbertella</i>	56
V. <i>Circinella</i>	57
VI. <i>Actinomucor</i>	64
VII. <i>Phycomyces</i>	67
VIII. <i>Szygites</i>	72
IX. <i>Rhizopus</i>	74
X. <i>Spinellus</i>	84
XI. <i>Gongronella</i>	87
XII. <i>Pirella</i>	89
XIII. <i>Absidia</i>	91
A. Sect. <i>Cylindrospora</i>	92
B. Sect. <i>Repens</i>	98
C. Sect. <i>Glauca</i>	105
XIV. <i>Chlamydoabsidia</i>	109
XV. <i>Saksenaea</i>	110
XVI. <i>Pilaira</i>	111
XVII. <i>Pilobolus</i>	113
XVIII. <i>Utharomyces</i>	120
2. Fam.: <i>Thamnidaceae</i>	121
I. <i>Thamnidium</i>	121
II. <i>Dicranophora</i>	126
III. <i>Chaetostylum</i>	127
IV. <i>Helicostylum</i>	129
V. <i>Cokeromyces</i>	134
VI. <i>Chaetocladium</i>	137
3. Fam.: <i>Choanephoraceae</i>	139
I. <i>Blakeslea</i>	139
II. <i>Choanephora</i>	142
III. <i>Rhopalomyces</i>	145
IV. <i>Cunninghamella</i>	146
V. <i>Radiomyces</i>	148
VI. <i>Mycotypha</i>	151
VII. <i>Thamnocephalis</i>	153
VIII. <i>Sigmoideomyces</i>	154

4. Fam.: Mortierellaceae	155
I. Mortierella	155
A. Sect. <i>Isabellina</i>	156
B. Sect. <i>Stylospora</i>	164
C. Sect. <i>Polycephala</i>	170
D. Sect. <i>Ambigua</i>	184
E. Sect. <i>Alpina</i>	187
F. Sect. <i>Minutissima</i>	200
G. Sect. <i>Elongata</i>	209
H. Sect. <i>Hygrophila</i>	219
I. Sect. <i>Mutabilis</i>	231
K. Sect. <i>Spinosa</i>	234
L. Sect. <i>Dichotoma</i>	237
II. Haplosporangium	241
III. Dissophora	242
IV. Echinosporangium	244
5. Fam.: Endogonaceae	245
I. Endogone	245
II. Sclerocystis	255
III. Glaziella	256
6. Fam.: Piptocephalidaceae	258
I. Piptocephalis	258
II. Syncephalis	271
7. Fam.: Syncephalastraceae	283
I. Syncephalastrum	283
8. Fam.: Dimargaritaceae	285
I. <i>Spinalia</i>	285
II. <i>Dimargaris</i>	287
III. <i>Dispira</i>	293
IV. <i>Tieghemiomyces</i>	296
9. Fam.: Kickxellaceae	299
I. <i>Linderina</i>	300
II. <i>Spiromyces</i>	301
III. <i>Spirodactylon</i>	303
IV. <i>Kickxella</i>	303
V. <i>Martensomyces</i>	306
VI. <i>Dipsacomyces</i>	306
VII. <i>Martensella</i>	306
VIII. <i>Coemansia</i>	308
4. Literatur	313
5. Namen-Register	347

1. Vorwort

Die Mucorales wurden zusammenfassend zuletzt von Zycha (1935) bearbeitet. Seitdem sind zwar einzelne Gruppen überarbeitet worden, wobei wir u. a. an die Veröffentlichungen von Linnemann, Hesseltine, sowie Benjamin, erinnern, doch fehlt es an einer Zusammenfassung der zahlreichen seit 1935 neu beschriebenen Arten. Ein 1963 erfolgter Neudruck der alten Bearbeitung konnte diese Lücke nicht ausfüllen. Die Unterzeichneten entschlossen sich daher, die ganze Pilzgruppe - aufbauend auf Zycha 1935 - neu zu bearbeiten.

Konnte in den 30er Jahren noch ein großer Teil der Artbeschreibungen auf Grund eigener Beobachtungen an lebenden Reinkulturen kritisiert oder ergänzt werden, so war dies jetzt im Hinblick auf die große Zahl neu hinzugekommener Arten nicht mehr möglich. Nur für die Gattung *Mortierella* gilt dies nicht, da diese seit vielen Jahren ständig von G. Linnemann an Hand von Reinkulturen bearbeitet wird. Diese Gattung wird daher hier besonders eingehend behandelt.

Die Aufgabe, welche wir uns bei der Herausgabe dieses Buches stellten, war es, eine zusammenfassende Übersicht über die gesamten Mucorales an Hand der uns zugänglichen Literatur der ganzen Welt zu geben, mit dem besonderen Ziel, jedem an dieser Pilzgruppe Interessierten die Bestimmung gefundener Pilze zu ermöglichen. Bestimmungsschlüssel schienen uns daher ebenso bedeutsam wie eine möglichst große Zahl charakteristischer Abbildungen.

Bei unserer Bearbeitung beschränkten wir uns auf die Taxonomie. Fragen der Anatomie, Physiologie und Systematik werden nicht diskutiert, obwohl auch auf diesem Gebiet viele neue Erkenntnisse gewonnen wurden. Es fehlt daher der bei Zycha (1935) noch vorhandene "allgemeine Teil". Sofern einzelnen Arten jedoch eine wirtschaftliche Bedeutung zugeschrieben wird, wird dies erwähnt.

Die Angabe aller Synonyme und ausgedehnte Fundlisten erhöhen den Umfang des Buches und vermindern die Übersichtlichkeit. Trotzdem haben wir hier eine weitgehende Vollständigkeit angestrebt, einerseits um Unklarheiten auszuschalten und andererseits um ein, wenn auch sehr unvollkommenes, Bild von der Verbreitung der verschiedenen Arten zu geben. Aus dem gleichen Grund werden auch Arten, die nur unvollständig beschrieben wurden, und zweifelhafte Arten genannt.

Allen, welche uns durch Reinkulturen, Literatur und andere Hilfe unterstützten, sagen wir unseren besten Dank. Dieser gilt aber auch Herrn R. Kliefoth, welcher die Umzeichnung vieler Abbildungen besorgte.

H. ZYCHA

R. SIEPMANN

G. LINNEMANN

Hann. Münden, Frühjahr 1969

2. Einführung

Die Einteilung der Mucorales in Familien, Gattungen und Sektionen wurde so vorgenommen, wie das unter Berücksichtigung der neueren Literatur, welche wir bis etwa Anfang 1968 bearbeiteten, zweckmäßig erschien. Wenn wir uns in einzelnen Fällen ganz an andere Bearbeiter anschließen, ist dies besonders vermerkt. Den Artbeschreibungen liegen grundsätzlich die Originaldiagnosen zugrunde, doch wurden sie stets erweitert, wenn eine Neubearbeitung der entsprechenden Art vorliegt. Als Abbildung werden bei den Artbeschreibungen nur Originale erwähnt, nicht jedoch die zahlreichen Nachveröffentlichungen.

Die Artdiagnosen beziehen sich mit nur wenigen Ausnahmen stets auf Reinkulturen. Dabei war es aber nicht mehr möglich, ein einheitliches Nährmedium ins Auge zu fassen, obwohl es feststeht, daß die Kulturbedingungen einen großen Einfluß auf manche morphologischen Kennzeichen der Arten haben. Als Standardnährboden wird in den meisten Fällen Malzextrakt-Agar verwendet. Hesseltine (1954) verwendet auch einen synthetischen Mucor-Agar ("SMA"), der auf 1 Liter destilliertes Wasser 40 g Glukose, 2 g Asparagin, 0,5 g KH_2PO_4 , 0,25 g MgSO_4 , 0,5 mg Thiamin und 15 g Agar enthält. Benjamin (1959) verwendet u.a. Kartoffelwasser-Agar mit 2 % Glukose oder einen Agar mit 0,4 % Hefeextrakt, 1,5 % löslicher Stärke, 0,1 % K_2HPO_4 und 0,05 % $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.

"CBS" bedeutet, daß die betreffende Reinkultur vom Centraalbureau voor Schimmelcultures in Baarn (Holland) stammt. "ARS" ist die Bezeichnung einer privaten amerikanischen Kulturensammlung (Hesseltine).

Über physiologische Untersuchungen an Mukorineen geben vor allem die Bücher von Lilly & Barnett (1951) und Cochrane (1958) Auskunft. Die im Text gebrauchten Fachausdrücke findet man im "Glossary of Mycology" von Snell & Dick (1957) erklärt.

Mucorales

Die Zygomycetes sind vor allem dadurch gekennzeichnet, daß die geschlechtliche Fortpflanzung durch die Kopulation undifferenzierter coenocytischer Gametangien erfolgt (Gametangie), die zur Bildung einer Zygote führt. Die taxonomische Gliederung dieser Pilzgruppe wird verschieden gehandhabt. Die Mucorales sind im Gegensatz zu den Entomophthorales durch die Bildung von ein- bis vielsporigen Sporangien ausgezeichnet.

Die Gattung Endogone und ihre nahen Verwandten werden von mehreren Autoren in eine eigene Reihe Endogonales neben die Mucorales gestellt. Da noch keine neuere Bearbeitung dieser Pilzgruppe vorliegt, soll sie jedoch hier in Anlehnung an Zycha (1935) aus praktischen Gründen den Mucorales zugeordnet werden.

Bei mehreren der hier beschriebenen Gattungen und Arten sind Zygoten noch nicht gefunden worden. Diese werden von den jeweiligen Autoren nur auf Grund gewisser morphologischer Eigenheiten den Mucorales zugeordnet. Ohne eine endgültige Klassifizierung vorwegzunehmen, sollen hier der Vollständigkeit halber auch solche Gattungen beschrieben werden, die vom jeweiligen Autor den Mucorales angeschlossen wurden, obwohl sicher manche dieser Pilze anderen systematischen Gruppen zugehören.

Familien der Mucorales

1. Sporangien kugelig oder birnförmig (2)
Sporangien langgestreckt, Sporen in Reihe (Merosporangien) (6)
2. Sporangien meist vielsporig, einzeln stehend (3)
Sporangien meist als wenigsporige Sporangiolen an charakteristischen Seitenästen . (4)
3. Sporangien mit deutlicher Columella 1. Fam. Mucoraceae (S. 3)
Sporangien ohne deutliche Columella (5)
4. Sporangiolen gestielt 2. Fam. Thamnidaceae (S. 121)
Sporangiolen ungestielt 3. Fam. Choanephoraceae (S. 139)
5. Zygoten einzeln, von dichter Hyphenhülle umgeben. . 4. Fam. Mortierellaceae (S. 155)
Zygoten zu Fruchtkörpern vereinigt 5. Fam. Endogonaceae (S. 245)
6. Sporangien mehrsporig (7)
Sporangien ein- oder zweisporig (8)
7. Sporangienträger unverzweigt oder dichotom verzweigt
..... 6. Fam. Piptocephalidaceae (S. 258)
Sporangienträger unregelmäßig verzweigt 7. Fam. Syncephalastraceae (S. 283)
8. Sporangien zweisporig 8. Fam. Dimargaritaceae (S. 285)
Sporangien einsporig, auf Phialiden 9. Fam. Kickxellaceae (S. 299)

1. Familie: MUCORACEAE

(Bonorden 1851, Handb. Allg. Mykol. S. 121)

Sporangienträger einfach oder verzweigt, Sporangien vielstörig, kugelig, birnförmig oder abgeflacht, mit Columella, manchmal mit Apophyse. Sporangienwand zerfließend oder zerbrechend. Stolonen und Rhizoiden können vorhanden sein. Zygoten meist rauh bis warzig, Suspensoren oft einander gegenüberstehend, seltener zangenförmig, glatt oder mit Fortsätzen. Meist Saprophyten.

Gattungen der Mucoraceae

1. Sporangien kugelig (2)
Sporangien nicht kugelig (11)
2. Sporangien ohne Apophyse (3)
Sporangien mit deutlicher Apophyse (9)
3. Sporangienträger meist an Ausläufern mit Rhizoiden VI. Actinomucor (S. 64)
Sporangienträger nicht an Ausläufern (4)
4. Sporangienträger stets unverzweigt, sehr hoch, derb VII. Phycomyces (S. 67)
Sporangienträger stets dichotom verzweigt VIII. Syzygites (S. 72)
Sporangienträger zymös oder razemös verzweigt (5)
5. Sporen mit fädigen Anhängseln IV. Gilbertella (S. 56)
Sporen ohne Anhängsel (6)
6. Seitenäste der Sporangienträger stets gekrümmt V. Circinella (S. 57)
Seitenäste stets gerade (7)
7. Parasit auf anderen Mukorineen II. Parasitella (S. 49)
Kein Parasit (8)
8. Zygoten an besonderen Hyphen, selten an Sporangienträgern I. Mucor (S. 4)
Zygoten stets an kurzen Seitenästen der Sporangienträger, stets homothallisch
..... III. Zygorhynchus (S. 50)
9. Einschnürung zwischen Sporangienwand und Apophyse IX. Gongronella (S. 87)
Keine Einschnürung (10)
10. Sporangienträger meist an Ausläufern gebildet IX. Rhizopus (S. 74)
Sporangienträger nicht an Ausläufern X. Spinellus (S. 84)
11. Kugelige Sporangien an aufrechten und birnförmige an windenden Trägern
..... XII. Pirella (S. 89)
Alle Sporangien birnförmig (12)
Alle Sporangien halbkugelig oder flaschenförmig (13)
12. Dunkelfarbige, septierte Conidien im Luftmycel XIV. Chlamydoabsidia (S. 109)
Keine dunkelfarbigen Conidien im Luftmycel XIII. Absidia (S. 91)

13. Sporangien flaschenförmig, mit rundem Bauch und langem Hals XV. Saksenaea (S. 110)
Sporangien halbkugelig (oder kugelig und dann an der Basis abgeflacht). Sporangienwand bei der Reife an der Basis quellend oder sich sternförmig öffnend (14)
14. Sporangienträger dünn, Sporangien langsam abquellend XVI. Pilaira (S. 111)
Sporangienträger blasig erweitert, Sporangien werden mit der Columella abgeschleudert XVII. Pilobolus (S. 113)
Sporangienträger blasig erweitert, Sporangien öffnen sich sternförmig am Scheitel. XVIII. Utharomyces (S. 120)

I. MUCOR Micheli 1729.

Nov. Pl. Gen. 215 (cf. Link 1824, Spec. Plant. 6, 80)

R a s e n weiß oder gefärbt, von wenigen Millimetern bis zu mehreren Zentimetern hoch. Sporangienträger mehr oder weniger verzweigt, stets mit Sporangium endend. Sporangien von sehr verschiedener Größe, mit gut ausgebildeter Columella, aber stets ohne Apophyse. Sporangienwand zerfließend oder zerbrechend; Sporen kugelig oder länglich. Zygotten an Sporangien- oder Zygotenträgern entstehend, ohne Anhängsel an den Suspensoren.

Um eine Übersicht über die große Zahl der *Mucor*-Arten zu erhalten, ist es erforderlich, sie in Sektionen einzuteilen.

Die große Ähnlichkeit aller Arten mit kugeligen Sporen ließ Zycha (1935) vermuten, daß den Sporenmerkmalen, die ja auch die relativ geringste Abhängigkeit von Außenfaktoren zeigen, eine besondere taxonomische Bedeutung zukommt. Der Habitus des *Rasens* kann erst als nächstes Merkmal herangezogen werden. Wir schließen uns hier weitgehend der Einteilung von Zycha an.

Sektionen der Gattung Mucor

1. Homothallische Arten A. Sect. Genevensis (S. 5)
Heterothallische Arten und solche, bei denen die Zygotenbildung bisher nicht bekannt ist (2)
2. Sporen stets kugelig B. Sect. Sphaerosporus (S. 8)
Sporen nicht stets kugelig (3)
3. Rasen zart, zunächst weiß, später grau oder braun, Sporangienträger stark verzweigt, Sporangienwand zerbrechend oder nur langsam zerfließend (4)
Rasen stets weiß, gelblich bis orange gelb oder hellgrau, Sporangienwand meist schnell zerfließend (5)
4. Chlamydosporen in Sporangienträgern stets zahlreich, Sporen kurz-oval C. Sect. Racemosus (S. 17)
Chlamydosporen in Sporangienträgern meist fehlend, Sporen etwa doppelt so lang als breit D. Sect. Fragilis (S. 23)

5. Rasen meist weniger als 2 cm hoch. Sporangien kleiner als 100μ
 E. Sect. Hiemalis (S. 27)
 Größere Arten (6)
6. Hohe Sporangienträger mehr oder weniger sympodial verzweigt F. Sect. Flavus (S. 35)
 Neben hohen, meist nicht verzweigten Sporangienträgern mit großen Sporangien,
 kleinere Träger mit kleinen Sporangien nahe dem Substrat, keine Gemmen
 G. Sect. Mucedo (S. 41)

A. Sectio Genevensis

Wir schließen uns hier Hesseltine (1954) an, der die homothallischen *Mucor*-Arten in der Sectio Genevensis zusammenfaßt.

Die sehr unsicheren Arten *M. bainieri* und *M. azygospora* werden aus Zweckmäßigkeitgründen hier mit angegliedert. Bainier (1883) beschrieb drei *Mucor*-Arten, welche sich durch Azygotenbildung auszeichnen, *M. tenuis*, *M. vicinus* und *M. neglectus*. Alle drei Arten sind wohl unzureichend beschrieben worden. Von *M. tenuis* schreibt Bainier, daß der Pilz *M. racemosus* ähnelt. Zycha (1935) hält *M. tenuis* für identisch mit *M. racemosus*. Mehrotra & Bajjals *M. bainieri* ist *M. tenuis* offensichtlich sehr ähnlich, möglicherweise sind beide Arten identisch.

1. Zygoten bildende Arten (2)
 Azygoten bildende Arten (6)
2. Sporen sehr klein, bakterienähnlich, $1,25 \times 3 - 5,5 \mu$ 1. *M. bacilliformis* (S. 5)
 Sporen größer (3)
3. Sporen kugelig, oval oder ellipsoidisch, nie zweimal so lang wie breit, $2,5 - 3,5 (- 5) \times 4 - 6,5 \mu$ (4)
 Sporen ellipsoidisch, oft zweimal so lang wie breit, im Durchschnitt $4 \times 8 \mu$ (5)
4. Temperatur-Optimum 25° 2. *M. parvisporus* (S. 6)
 Temperatur-Optimum $35 - 50^\circ$ 3. *M. miehei* (S. 6)
5. Rasen wenigstens 1,5 cm hoch 4. *M. genevensis* (S. 7)
 Rasen weniger als 1 cm hoch 5. *M. philippovi* (S. 7)
6. Sporangienträger verzweigt 6. *M. bainieri* (S. 8)
 Sporangienträger unverzweigt 7. *M. azygospora* (S. 8)

1. *Mucor bacilliformis* Hesseltine 1954

Mycologia 46, 360 (Abb. 1 a, d, g)

Auf SMA grauer, bis 1,5 cm hoher Rasen, bis 1 cm tief in den Agar wachsend; Sporangienträger zunächst unverzweigt, später verzweigt, 5 - 15 μ dick, mit Querwänden über den Verzweigungsstellen, oft unter dem Sporangium eingeschnürt. Sporangien kugelig, hell gelblich-braun, feucht, 30

50 μ , Sporangienwand glatt, zerfließend. Columellen kugelig bis oval, die ovalen gewöhnlich größer, hyalin, mit spärlichem oder ohne Kragen, 10 - 26 μ . Sporen stäbchenförmig, schmal, regelmäßig mit einem dunklen Punkt an jedem Ende, 1,25 x 3 - 5,5 μ . Bis zu 60 μ große Riesenzellen im Substrat; Gemmen interkalar; Kugelgemmen endständig an Substrathyphen, bis zu 35 μ groß, nach Loslösung von den Hyphen hefeartig sprossend. Zygoten an der Agaroberfläche an Zygotenträgern, nahezu kugelig, braun bis schwarz, mit mehreren großen Öltröpfen, 35 - 72 μ , unregelmäßig rauh. Homothallisch.

USA., Wisconsin, Erde.

2. *Mucor parvisporus* Kanouse 1924

Pap. Mich. Acad. Sci. 3, 123 (Abb. 28, 29; Abb. auch bei OU 1940)

Rasen anfangs weiß, dann rauchgrau, am Grunde mit zahlreichen rotbraunen Zygoten; auf Weißbrot bei 25°C bis 3 cm hoch; Sporangienträger reichlich verzweigt, Sporangien 30 - 52 μ ; Columella kugelig bis oval, bis 48 μ hoch. Sporen verschieden: kleinere kugelig, größere ellipsoidisch, 2,5 - 3,5 x 4 - 6,5 μ . Chlamydosporen im Luftmycel oder an Substrathyphen. Kugelgemmen. Zygoten 18 - 90 μ , kugelig, mit warzigen Fortsätzen, goldbraun (nach OU 1940 schwarz) zwischen fast gleich großen Suspensoren. Homothallisch. Azygoten häufig.

Eine beobachtete zygotenlose Rasse ist vielleicht mit *M. fragilis* identisch.

USA., Michigan, frischer Pferdemist (Kanouse 1924); China, auf Pflanzenteilen (OU 1940); von nativen Faserstoffen (Wegener & Questel 1951).

3. *Mucor miehei* Cooney & Emerson 1964

Thermophilic fungi, S. 26 (Abb. 6 - 9; Abb. auch bei Smith 1957)

Ähnlich *M. parvisporus*, jedoch bei 25°C schlechtes Wachstum, Wachstumsoptimum zwischen 35° und 50°C, Maximum bei 57°C. Rasen nur bis 0,2 cm hoch, Sporen 3 - 5 x 4 - 6 μ . Zygoten auf Hefeextratstärkeagar bei 30 - 40°C kugelig, 30 - 50 μ , erst gelblich bis rötlich-braun, dann schwarz, mit warzigem Exospor; gelegentlich Azygoten.

Der Pilz ähnelt *M. pusillus*, hat jedoch homothallische Zygotenbildung.

Deutschland, regelmäßig bei der Braunheubereitung (Miehe 1907, hat den Pilz als *M. pusillus* bestimmt); USA., während eines Röstprozesses an *Parthenium argentatum* (Cooney & Emerson 1964).

4. *Mucor genevensis* Lendner 1908

Mucor. Suisse, S. 80 (Abb. 27; Abb: auch bei Ling-Young 1930, Zycha 1935, Hessel tine 1954, B.R.Mehrotra et al. 1965)

(?) *M. erectus* Bainier 1884, Ann. Sc. Nat. 6. sér. 19, 207 (fide Hessel tine 1954)

(?) *M. alpinus* Hansen 1902, Compt. Rend. Carlsberg, 5 (fide Zycha 1935)

R a s e n locker, weiß oder hellgrau, bis 2 cm hoch, am Grunde mit einer dunklen Schicht von Zygoten. Sporangienträger hyalin, verzweigt, septiert, über 1 cm hoch, bis 18μ dick; S p o r a n g i e n bis 100μ im Durchmesser, glatt, weiß bis gelblich; Sporangienwand zerfließend, bei kleinen Sporangien jedoch gelegentlich in Wasser auch ganz bleibend; C o l u m e l l a hyalin, kugelig, oval oder birnförmig, die kleineren fast zylindrisch, bis $36 \times 48 \mu$, mit kleinem Kragen. S p o r e n hyalin, oval bis ellipsoidisch oder nierenförmig, in Masse gelblich, $2,5 - 6 \times 5 - 12 \mu$, stets doppelt so lang als breit. In älteren Kulturen Gemmen. Zygoten zahlreich, an besonderen, $0,1 - 1$ mm hohen, oft verzweigten Trägern, kugelig, mit bis zu $4,2 \mu$ langen Dornen, erst braun, dann schwarzbraun, $30 - 100 \mu$. Suspensoren gerade, gleich oder etwas ungleich. Einzelne und doppelte Azygoten beobachtet. Homothallisch.

Hessel tine ist für die Beibehaltung des Namens *M. genevensis*, obwohl die früher beschriebenen Arten *M. erectus* und *M. alpinus* wahrscheinlich Synonyme sind.

Schweiz, Waldböden (Lendner 1908); Deutschland, im Weserbergland, auf faulendem Hutpilz, morschem Holz, in Erde (Zycha 1935), bei Marburg auf Rehmist (Linnemann 1936), in Oberbayern in Erde (Muskat 1955); Frankreich (Ling-Young 1930); Österreich, Erde (Zycha 1935); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); Schweden, Erde (Hessel tine 1954); Indien, Erde (Rai & Mukerji 1961, B.R.Mehrotra et al. 1965); USA., North Carolina, Erde (Christenberry 1940), Wisconsin, Erde (Hessel tine 1954).

5. *Mucor philippowi* Naumov 1935

Clés *Mucor*. 1939, S. 44.

R a s e n farblos, ohne steriles Luftmycel; Sporangienträger $0,6 - 0,8$ cm, selten aufrecht und gerade, meist unverzweigt, $8 - 11 \mu$ dick; S p o r a n g i e n farblos, feucht, 90μ ; C o l u m e l l a länglich, oft mit granulärem Inhalt, $19 - 33 \times 25 - 38 \mu$; S p o r e n schmal ellipsoidisch, beinahe spindelförmig, $2,7 - 5,5 \times 6 - 9,6 \mu$, aber manchmal auch kugelig oder nierenförmig; Zygoten $50 - 100 \mu$, dunkelbraun, mit bis 7μ breiten Fortsätzen; Zygotenträger $20 - 25 \mu$ breit. Homothallisch.

Nach Hessel tine (1954) ist *M. philippowi* vielleicht eine langsam wüchsige Varietät von *M. genevensis*.

6. *Mucor bainieri* B.S.Mehrotra & Baijal 1963

R.K.Benjamin & B.S.Mehrotra, *Aliso* 5, 237 (Abb. 1,2).

(?) *M. racemosus* var. *tenuis* Burgeff 1924, *Bot. Abhdlg.* 4, 1 (fide B.S.Mehrotra & Baijal 1963).

Auf SMA erst weißer, später blaßgrauer, dichter Rasen; Sporangienträger hyalin, glatt, aufrecht, verzweigt, bis 2 cm hoch, 5 - 13 μ dick; Sporangien grau, zerfließend, kugelig, 10 - 135 μ . Columella kugelig, manchmal oval oder birnförmig, hyalin, glatt, 5 - 60 μ , mit Kragen. Sporen hyalin, glatt, oval, ellipsoidisch oder leicht nierenförmig, 2,2 - 10 x 3,5 - 15 μ . Chlamydosporen gelegentlich in älteren Sporangienträgern oder Lufthyphen, interkalar oder terminal, 8 - 20 x 10 - 25 μ , häufiger in Substrathyphen, bis 35 μ lang, einzeln oder in Ketten. Zygoten würden nie ausgebildet. Azygoten häufig, terminal und subterminal an einfachen oder verzweigten, 0,1 - 1,5 cm langen Azygotenträgern, etwa kugelig, orangebraun bis schwarzbraun, 30 - 120 μ im Durchmesser, mit bis 12 μ langen kegelförmigen Fortsätzen.

Die Autoren haben 20 Einsporkulturen untersucht und sind sicher, daß der Pilz keine Zygoten ausbildet. Anscheinend ist *M. bainieri* *M. tenuis* Bainier sehr ähnlich.

Indien, Walderde.

7. *Mucor azygospora* Benjamin 1963

Aliso 5, 240 (Abb. 3, 4).

Langsamwüchsig; Rasen auf SMA locker, orange bis braun; Hyphen 10 - 25 μ dick, primäre und sekundäre Verzweigungen dieser Hyphen 3 - 15 μ resp. 2 - 5 μ breit. Sporangienträger aufrecht, unverzweigt, bis 2 cm lang, 8 - 14 μ dick, phototropisch; Sporangien kugelig, orange, 35 - 175 μ , zerfließend. Columella orange, subglobos, leicht abgeflacht, 25 - 95 x 30 - 100 μ , mit Kragen. Sporen glatt, orange, meist ellipsoidisch, 4 - 12 x 5 - 19 μ . Von den Substrathyphen werden 8 - 30 μ große Gemmen gebildet. Zygoten nicht beobachtet. Azygoten häufig: terminal auf einfachen oder verzweigten Trägern, schwarz, subglobos, leicht abgeflacht, 65 - 145 x 85 - 180 μ , mit bis 12 μ langen Fortsätzen; Träger aufrecht, phototropisch, 0,4 - 2 mm hoch, 30 - 60 μ dick an der Zygote, nach unten schmaler werdend.

USA. Oklahoma, Eidechsenkot.

B. Sectio Sphaerosporus

Sporen vorwiegend kugelig, vielfach schwach bräunlich gefärbt. Sporangienträger verzweigt, im Alter oft längs oder leicht spiralförmig gestreift oder gepunktet. Sporangien meist nicht über 150 μ , anfangs weiß, später meist dunkel, matt, fein stachelig. Die Wand der älteren Sporangien in Wasser

leicht löslich, die der jüngeren nur schwer oder gar nicht. Columella oval bis zylindrisch; bei den jüngsten Sporangien älterer Kulturen kann sie weitgehend reduziert sein, so daß im Extrem Sporangiolen beobachtet werden. Columellawand meist hellstahlblau bis dunkelrauchbraun gefärbt. Gemmen nur bei einem Teil der Arten bekannt. Zygoten bei *M. pusillus* und bei *M. spinosus* beobachtet.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Thermophile Art | 8. <i>M. pusillus</i> (S. 9) |
| Wachstum bei Zimmertemperatur gut | (2) |
| 2. Columella meist mit spitzen Fortsätzen, Sporen bräunlich | 9. <i>M. spinosus</i> (S. 11) |
| Columella stets glatt | (3) |
| 3. Sporen größer als 8 μ | (4) |
| Sporen kleiner als 8 μ | (7) |
| 4. Riesenzellen im Nährboden | 10. <i>M. dispersus</i> (S. 13) |
| Keine Riesenzellen im Nährboden | (5) |
| 5. Sporen von unregelmäßiger Form | 11. <i>M. heterosporus</i> (S. 13) |
| Sporen von regelmäßiger Form | (6) |
| 6. Sporangienwand bei der Reife aufbrechend | 12. <i>M. petrinularis</i> (S. 15) |
| Sporangienwand nicht aufbrechend, meist auch Sporangiolen vorhanden | |
| | 13. <i>M. lamprosporus</i> (S. 15) |
| 7. Rasen und Sporangien grau bis schwärzlich | 14. <i>M. jansseni</i> (S. 16) |
| Rasen und Sporangien bräunlich | 15. <i>M. globosus</i> (S. 16) |

8. *Mucor pusillus* Lindt 1886

Arch. exp. Pathol. u. Pharm. 21, 272 (Taf. II, III; Abb. auch bei Hagem 1908, Lendner 1930, Cooney & Emerson 1964) Abb. 1.

M. cornealis Saccardo 1913, Ann. mycol. 11, 321; nach Ellis & Hesseltine 1966 = *Absidia corymbifera*.

M. muriperda Sacc. & Sinig. 1913, Ann. mycol. 11, 321 (fide Ellis & Hesseltine 1966).

Tieghemella muriperda (Sacc. & Sinig) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939. S. 81 (fide Ellis & Hesseltine 1966).

M. buntingii Lender 1930, Bull. Soc. Bot. Genève 21, 260 (fide Zycha 1935).

(?) *M. tenellus* Ling-Young 1930, Rev. gén. Bot. 42, 736.

M. hagemii Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 55.

Rasen dicht filzig, bis 0,3 cm hoch, anfangs weiß, mit unverzweigten Sporangienträgern, später braun, seltener grau, mit stark verzweigten, bräunlich gefärbten Trägern von 6 - 20 μ Durchmesser und fast stets mit einer Querwand unter den Sporangien. Sporangien 50 - 80 μ , hellgrau, später braun, mit matt schimmernder Oberfläche und mehr oder weniger schnell zerfließender Wand. Columella bläulich bis braun, oval bis birn-

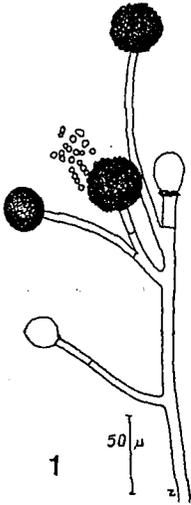


Abb. 1. *Mucor pusillus* (n. Zycha 1935)

förmig (oft an *Absidia* erinnernd), bis etwa $60\ \mu$ hoch und vielfach mit Kragen. Sporen $2,5 - 4\ \mu$, kugelig, nur vereinzelt oval oder in Gestalt biskuitförmiger Zwillinge, vielfach untermischt mit kleinen kristallinen Bruchstücken der Sporangienmembran. Gemmen nicht bekannt. Zygote n auf Hefeextrakt-Stärkeagar bei 40°C (nach Cooney & Emerson 1964) kugelig, $45 - 64\ \mu$, erst rötlichbraun, dann schwarz, mit warzigem Exospor. Heterothallisch.

Von *M. miehei* (Sectio *Genevensis*) unterscheidet sich *M. pusillus* durch die heterothalliche Zygotenbildung.

Die braun gefärbten derben Sporangienträger, die vielfach fast senkrecht abstehenden Seitenäste, sowie die Querwand unter dem Sporangium lassen einen Übergang zu *Rhizopus* und *Absidia* erkennen. Das Fehlen einer Apophyse zeigt die Zugehörigkeit zu *Mucor* an.

M. pusillus scheint nicht zu den selteneren Arten zu gehören, doch wird er wegen seines schlechten Wachstums bei Zimmertemperatur offenbar oft übersehen. Mit seinem hohen Temperaturoptimum hängt wohl auch seine Pathogenität für Kaninchen und andere Säugetiere zusammen. Von Plum (1932) wurde der Pilz in Kopenhagen neben anderen thermophilen *Mucoraceen* als Abortus-Erreger beim Rind beobachtet.

Temperaturoptimum $35 - 40^{\circ}\text{C}$, Minimum und Maximum bei 15° bzw. 55°C (Wehmer 1907, Herter & Fornet 1919, Cooney & Emerson 1964).

Neuerdings hat man aus *M. pusillus* ein Lab gewonnen (Schulz et al. 1967)

Deutschland, auf Brot (Lindt 1886, Herter & Fornet 1919, Zycha 1935), auf Heu und Bananenschalen (Linnemann 1936); England, auf Heu (Gregory et al. 1963), als Erreger

von Tiermykosen (Ainsworth & Austwick 1955); Italien, pathogen auf einer menschlichen Cornea (Cavara, s. Saccardo 1913); Norwegen, Luftkeim (Hagem 1908); Indien, Walderde (B.R.Mehrotra et al. 1965); Java, Infektion einer Hefekultur (Boedijn 1958); USA., (Cooney & Emerson 1964); Afrika, auf Kokosnüssen (Lendner 1930); Grönland, Erde (Nielsen 1927 a).

Hesseltine & Fennell (1955) fanden bei einer Nachuntersuchung der Originalkultur von *M. tenellus* Ling-Young 1930 (*Circinella tenella* (Ling-Young) Zycha 1935) gerade Träger mit geraden Zweigen. Der Beschreibung nach steht die Art *M. pusillus* nahe.

9. *Mucor spinosus* Van Tieghem 1876

Ann. Sc. nat. 6 sér. 4, 390 (Abb. bei Bonorden 1864, Bainier 1884, Ritter 1907, Lendner 1908, Johann 1932, Zach 1935, B.R.Mehrotra et al. 1965) Abb. 2

M. plumbeus Bonorden 1864, Abh. naturf. Ges. Halle, 8, 109.

M. spinescens Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 89 (fide Zycha 1935).

M. adriaticus Pispek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb, 4, 10.

M. plumbeus var. *spinescens* (Lendner) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 39.

M. plumbeus var. *recurvus* (Grove) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 39.

M. plumbeus f. *nana* Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 39.

M. brunneus Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 40.

M. brunneogriseus Sarbhoy 1968, Trans. Brit. Mycol. Soc. 51, 26.

Bereits bei Lupenvergrößerung auf fast jedem Nährboden leicht zu erkennen. Rasen 0,2 - 1 cm hoch, in der jüngsten Zone weiß, dann bleigrau. Ältere Rasen nehmen eine dunkle rauchbraune Färbung an. Sporangienträger zunächst steif aufrecht und unverzweigt, dann mit dem Fortschritt der Verfärbung immer stärker verzweigt. Sporangien braun, bis 130 μ (nach Sarbhoy 1968 bis 280 μ), die stark inkurstierte Wand beim Austrocknen etwas aufspringend. Columella oval bis länglich, 8 - 65 x 22 - 85 μ , mit mehr oder weniger deutlichen Ausstülpungen, die ein typisches Merkmal dieses Pilzes darstellen. Die Ausbildung der Ausstülpungen scheint jedoch von Außenbedingungen abhängig zu sein. In frisch isolierten Kulturen konnten sogar ganz glatte Columellen beobachtet werden (dazu auch Zach 1935, 1936). In kleineren Sporangien erscheint die Columella zwiebel förmig, in älteren Kulturen können die Fortsätze zu sekundären Trägern mit kleinen Sporangien auswachsen. Sporen regelmäßig kugelig, leicht bräunlich gefärbt, dickwandig, 4 - 7,5 (- 12) μ groß, oft leicht kantig und rauh. Gemmen in älteren Kulturen zahlreich, daneben auch Kugelgemmen und bei Luftabschluß in flüssigen Nährmedien sproßgemmen (Wehmer 1907, Johann 1932). Zygoten zwar beschrieben (Bainier 1884), aber seitdem, trotz Bemühung vieler Forscher (18 Stämme verschiedenster Herkunft hat Zycha 1935 gegeneinander geimpft) nicht wiedergefunden. Nach Satina & Blakeslee (1926) ist der Pilz heterothallich.

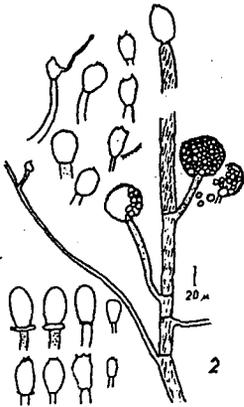


Abb. 2. *Mucor spinosus*; links unten: obere Reihe Columellen aus frisch isolierter Kultur, darunter Columellen desgleichen Stammes nach einjähriger Reinkultur (n. Zycha 1935)

Temperaturextreme für Wachstum nach Giesebrecht (1915) etwa 9° und 37°C . pH-Optimum in mineralischer Nährlösung mit 0,5 % Pepton und 2 % Dextrose nach Pistor (1929) bei 7. Rohrzucker wird nicht gespalten, in dextrosehaltiger Lösung schwache alkoholische Gärung (Wehmer 1907). Stärke kann hydrolysiert werden und auch Gelatine wird - wenn auch nur langsam - verflüssigt (Giesebrecht 1915). Povah (1917) beobachtete Oxydation von Tyrosin.

Der Pilz ist eine häufige Art und kommt sowohl in verschiedenen Böden als auch auf Exkrementen oder als Luftkeim regelmäßig vor.

Als häufig auf verschiedenen Substraten angegeben für folgende Gebiete: Deutschland (u.a. Pistor 1929, Johann 1932, Henneberg 1926, Zycha 1935, Linnemann 1936, Ruschmann & Bartram 1940, Krehl-Nieffer 1951, Rehm & Rehm 1953, Wegener & Questel 1951, Muskat 1955, Siepmann 1959); Belgien (Welvaert & Veldeman 1955); Dänemark (Jensen 1931); England (Dale 1912, Campbell 1938); Finnland (Hayren 1924, Svinhufvud 1937); Frankreich (Van Tieghem 1876, Ling-Young 1930); Galizien (Namy-slawski 1910 b); Jugoslawien (Pišpek 1929); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Janke & Holzer 1929); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Schostakowitsch 1897, Raillo 1929, Kursanow & Schkljar 1938, Kyrylenko 1965); Schweiz (Lendner 1908, Niethammer 1935, Blumer 1945); Tschechoslowakei (Niethammer 1933, Babicka & Semerad 1943); Indien (Thakur & Norris 1928, Agnihothrudu 1957, B.R.Mehrotra et al. 1965); Indonesien (Boedijn 1958); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958); USA.; Ithaka N. Y. (Jensen 1912); Pennsylvania (Sumstine 1910), New Jersey (Waksman 1916, 1917), Kalifornien (Waksman 1916), Michigan (Povah 1917); Kanada (Zycha 1935); Costa Rica und Panama-Kanalzone (Farrow 1954); Algerien (Killian 1936); Nordafrika (Killian & Feher 1935, Muskat 1955).

Naumov's *M. brunneus* ist der Beschreibung nach gleich *M. spinosus*. M.D.Mehrotra (1964) beschreibt einen Pilz als *M. brunneus*, der sich durch besonders große Sporen (4,5

- 23,5 x 4,5 - 12,5 μ) auszeichnet. B.S.Mehrotra (1967) schlägt für diesen Pilz die Kombination *M. brunneus* var. *indica* vor, die in *M. spinosus* var. *indica* (B.S.Mehrotra) comb. nov. abzuändern wäre.

10. *Mucor dispersus* Hagem 1910

Ann. mycol. 8, 271 (Abb. 4).

Diese Art unterscheidet sich von *M. lamprosporus* nur in folgenden Merkmalen: R a s e n sehr locker, Sporangienträger einzeln stehend; im Substrat gestreckte Riesenzellen von 100 - 200 μ Länge; S p o r e n 9 - 18 μ .

Bei Gegeneinanderimpfen von *M. dispersus* und *M. lamprosporus* erhielt Hagem unvollständige Zygoten.

Die angegebenen Unterschiede sind sehr gering, es bedarf daher erst weiterer Beobachtungen, um die Notwendigkeit einer Abtrennung dieser Art von *M. lamprosporus* zu rechtfertigen.

Der Pilz spaltet Rohrzucker.

In Erde in folgenden Ländern: Norwegen (Hagem 1910); Belgien (Welvaert & Veldeman 1955); England (Warcup 1951); Frankreich (Ling-Young 1930); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); USA. (Christenberry 1940); Kanada (Bisby et al. 1933).

Linnemann (1936) benannte eine Isolierung aus Komposterde bei Marburg *Mucor dispersus* var. *megalospora*. Die Sporen dieses Pilzes sind 16 - 22 μ groß, bei der Keimung schwellen sie auf 30 - 40 μ an, und sie keimen mit mehreren Keimschläuchen; bei *M. dispersus* sollen die Sporen nur auf 20 μ anschwellen und mit höchstens zwei Keimschläuchen keimen.

11. *Mucor heterosporus* Fischer 1892

Rabenh. Krypt. Fl. 1, 199 (Abb. bei Linnemann 1936, Bajjal & B.S.Mehrotra 1965) Abb. 3
M. heterosporus-sibiricus, vgl. *M. globosus*

R a s e n hellgrau bis bräunlichgelb, bis 1,5 cm hoch; Träger aufrecht, verzweigt (Bajjal & Mehrotras Isolierung hatte unverzweigte oder höchstens einmal verzweigte Träger). S p o r a n g i e n 30 - 160 μ , nach Fischer gelblich oder rostfarben, nach Linnemann (1936) erst weißlich, dann violettgrau, dann schwärzlich; Sporangienwand stachelig, zerfließend; C o l u m e l l a kugelig, oval oder ellipsoidisch, nach Linnemann bis 112 μ hoch und bis 95 μ breit. S p o r e n rundlich, unregelmäßig stumpfkantig (Bajjal & Mehrotra: unregelmäßig polyedrisch), dazwischen längliche, nierenförmige oder sonst unregelmäßig eingebuchtete, 4 - 15 μ (nach Bajjal & Mehrotra bis 31,5 μ).

Auf Mist von Hyänen, Tigern, Löwen (Fischer 1892); Deutschland (Linnemann 1936); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); Indien, Erde (Bajjal & B.S.Mehrotra 1965).

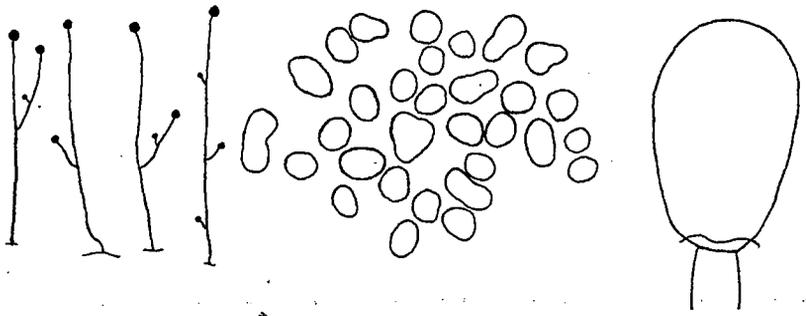


Abb. 3. *Mucor heterosporus*; Sporangienträger, Sporen, Columella (n. Linnemann 1936)

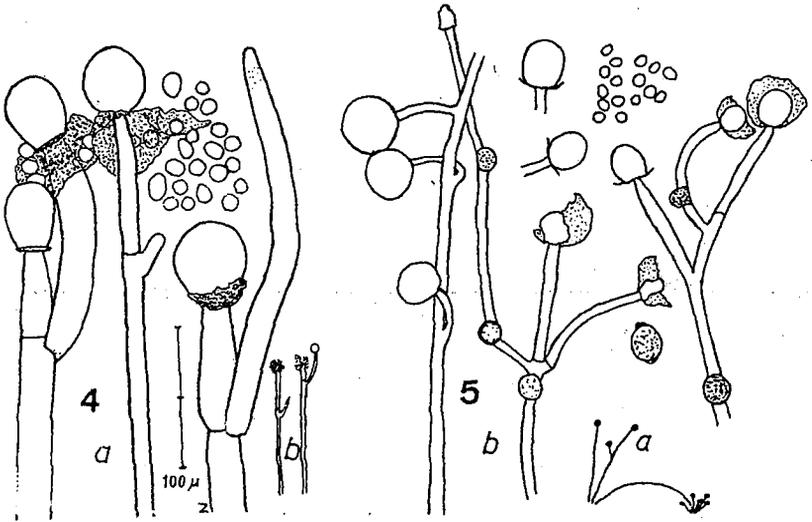


Abb. 4. (links) *Mucor petriularis*; a Sporangienträger mit Columellen, Sporen, b Sporangienträger bei Lupenvergrößerung (n. Zycha 1935)

Abb. 5; (rechts) *Mucor racemosus*; a junge Sporangienträger mit Pseudostolonen, b ältere Sporangienträger mit Columella und Mycelgemmen (n. Zycha 1935)

12. *Mucor petrinsularis* Naumov 1915

Peterb. Pilze (Abb. bei Zycha 1935, Ou 1940, Baijal & B.S.Mehrotra 1965) Abb. 4.

M. petrinsularis Naumov var. *ovalisporus* Smith 1957 (fide Sarbhoy 1968).

R a s e n bis etwa 2 cm hoch, anfangs weiß, später hellgrau oder bräunlich. Sporangienträger aufrecht, bis 38μ dick, sympodial verzweigt, die Seitenzweige werden jeweils kurz unterhalb der Sporangien gebildet. S p o r a n g i e n bräunlich, bis 150μ . Bei der Reife des Sporangiums springt die Wand unregelmäßig auf, so daß die Sporen wie auf einer Schüssel ausgebreitet liegen. C o l u m e l l a birnförmig, oft bräunlich, bis 87μ hoch. S p o r e n kugelig, $8 - 12 \mu$; seltener oval und dann bis 18μ lang. Oft hängen den Sporen Reste der kristallinen Sporangienwand an, so daß ihre Oberfläche fein stachelig erscheint. Ling-Young (1930) stellte auf dieses Merkmal hin die var. *echinosporus* auf, die somit wieder gestrichen werden muß. Gemmen und Z y g o t e n nicht bekannt. Zycha (1935) hat die Originalkultur untersucht.

Rußland, bei Leningrad (Naumov 1915); Frankreich (Ling-Young 1930); Österreich (Szilvinyi 1941); China (Ou 1940); Indien (Baijal & B.S.Mehrotra 1965).

13. *Mucor lamprosporus* Lendner 1908

Mucor. Suisse, S. 92 (Abb. 33; Abb. auch bei Baijal & B.S.Mehrotra 1965).

(?) *M. bedrghani* Schmidt 1925, Jahrb. wiss. Bot. 64, 544 (fide Zycha 1935).

R a s e n dicht, hellgrau, bis 3 cm hoch. Sporangienträger unregelmäßig verzweigt. An der Oberfläche des Substrats vielfach kleine, verzweigte, manchmal auch gebogene Träger mit kleinen, ganz abfallenden, nicht zerfließenden S p o r a n g i e n, $30 - 40 \mu$ Durchmesser. Sind diese zahlreich, erscheint der Boden der Kultur samtartig grau. Baijal & Mehrotra (1965) fanden auch an den größeren Trägern die Zweige anfangs gekrümmt, später aufrecht, oft in kleine Sporangien auslaufend. Die großen Sporangien meist 60μ , höchstens 90μ groß, mit leicht zerfließender Wand. C o l u m e l l a rund, oft auch kegelig, etwa 28μ lang. S p o r e n dünnwandig, farblos, durchscheinend und stark lichtbrechend, meist $10 (7 - 12) \mu$. Gemmen und Z y g o t e n nicht bekannt. (vgl. auch *Actinomucor elegans*).

Nach Povah (1917) vergärt der Pilz Dextrose, Tyrosin wird nicht oxydiert.

Schweiz, Waldboden (Lendner 1908); Deutschland, an Eichenholz (Zycha 1935); Frankreich, Erde (Ling-Young 1930); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); China, Erde (Ou 1940); Indien, Erde (Baijal & B. S. Mehrotra 1965); USA., in Michigan an Eichenwurzeln (Povah 1917), North Carolina, Erde (Christenberry 1940).

M.D.Mehrotra (1963) beschreibt als neue Art *M. suhagiensis*, der der Beschreibung nach *M. lamprosporus* ähnelt; R a s e n auf Kartoffelwasserdextroseagar erst bläulich, später bräunlich; die kleineren Sporangien ($16,5 - 47,5 \mu$) an den Seitenzweigen, die großen S p o r a n g i e n (bis 96μ) endständig, mit zerbrechender Wand; S p o r e n kugelig, oval bis länglich, rau, $4,5 - 15 \times 4,5 - 9,9 \mu$; Träger septiert. Aus Erde in Indien.

14. *Mucor jansseni* Lendner 1908

Mucor. Suisse, S. 88 (Abb. 30; Abb. auch bei B.R.Mehrotra et al. 1965).

R a s e n grau bis blauschwarz, bis 1,5 cm hoch. Sporangienträger stark verzweigt, vielfach mit gestreifter Membran. S p o r a n g i e n blauschwarz, 20 - 75 μ , mit rauher, zerbrechender oder langsam zerfließender Membran. C o l u m e l l a sitzend, von ovaler bis konischer Form und typisch blau-grauer Farbe (10 - 50 μ). S p o r e n 3,5 - 6 μ . Kugel- und Sproßgemmen wurden beobachtet, Z y g o t e n nicht bekannt.

Der Pilz versetzt Malzlösung schnell in Gärung.

Schweiz, am Mont-Blanc in 4810 m Höhe, Bodenprobe (Lendner 1908); Deutschland, Erde (Linnemann 1936, Rehm & Rehm 1953); Frankreich, Erde (Ling-Young 1930); Indien, Erde (Agnihothrudu 1957), Walderde, verfaulte Früchte, Mäusekot (B.R.Mehrotra et al. 1965); USA., in Idaho, Erde (Pratt 1918), in Pennsylvanien, Rinderfutter (Bonner & Fergus 1959).

15. *Mucor globosus* Fischer 1892

Rabenh. Krypt. Fl. 1, 202 (Abb. bei Hagem 1908, Zach 1935).

M. heterosporus-sibiricus Schostakowitsch 1897, Ber. D. Bot. Ges. 15, 472 (fide Zycha 1935)

M. sphaerosporus Hagem 1908, Norweg. *Mucor*. 1, 22.

M. macrosporus Pispek 1929, Act. Bot. Univ. Zagreb 4, 6 (fide Zycha 1935)

M. sphaerosporus var. *major* Naumov 1954 (fide Sarbhoy 1968).

M. turfusus Neophytova 1955 (fide Sarbhoy 1968)

M. kurssanovii Milko & Belyakova 1967, Mikrobiologiya 36, 118.

R a s e n anfangs weiß, später gelbbraun, bis 2 cm hoch; oft aus einem 0,1 - 0,2 cm hohen, samtartig dichten Teil und einem höheren lockeren Teil bestehend. Sporangienträger reichlich verzweigt, bis etwa 20 μ dick. S p o r a n g i e n gelbbraun, 70 - 120 μ , mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a frei, stahlblau oder bräunlich gefärbt, oval oder birnförmig, bis 84 μ hoch. S p o r e n kugelig, 4 - 8 μ , gehäuft von gelblicher Farbe. Mycelgemmen mit Öltropfen häufig, Kugelgemmen gelegentlich. Z y g o t e n unbekannt. Zach (1935, 1936) diskutiert die Ähnlichkeit des Pilzes mit *M. spinosus*, von welchem er sich durch das Fehlen der Ausstülpungen an den Columellen unterscheidet. Er schlägt vor, *M. globosus* nur als Varietät zu betrachten, was wir jedoch nicht für richtig halten. Gueguen (1909) weist auf die Ähnlichkeit zwischen *M. globosus* und *M. racemosus* hin, die sich jedoch durch die Gestalt der Sporen und das Fehlen der Chlamydosporen unterscheiden.

Der Pilz vergärt Dextrose, vermag jedoch Tyrosin nicht zu oxydieren (Povah 1917). Nach Gueguen (1909) liegt die optimale Temperatur für Sporenceimung und Wachstum bei etwa 22°C, das Maximum bei etwa 30°C. Dunkelheit fördert die Sporenbildung, hemmt jedoch die Gemmenbildung.

Deutschland, Brot und Samen von *Juglans* (Fischer 1892), auf faulem Holz (Zycha 1935), in Erde (Niethammer 1933, Rehm & Rehm 1953), auf Wurst und in Komposterde (Linnemann 1936); England, Erde (Dale 1912, 1914), in Salzmarshen (Elliott-Bayliss 1930); Frankreich, Eiter einer Katze (Gueguen 1909), Erde (Ling-Young 1930); Jugoslawien, Erde (Pispek 1929); Norwegen, Erde (Hagem 1908); Polen, verwesende Blätter (Namyslowski 1910 b), in Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Räillo 1929), Erde bei Moskau und Batum (Kursanow & Schkljar 1938); Tschechoslowakei, Erde (Niethammer 1933); Irak, Erde (Al-Doory et al. 1959); Java (Boedijn 1958); USA., in Pennsylvanien, auf Brot (Sumstine 1910), in Michigan, auf faulem Laub und als Luftkeim (Povah 1917), in Idaho (Pratt 1918), in New Jersey (Waksman 1916), in Oklahoma, Erde (McElroy et al. 1952).

C. Sectio Racemosus

R a s e n zart, zunächst hell, in älteren Kulturen von deutlich gelbbrauner oder grauer Färbung, 0,3 - 3 cm hoch. Mit der Färbung des Rasens nimmt auch die Verzweigung der Sporangienträger zu. Die Seitenäste werden keineswegs immer razemös gebildet, vielmehr sind die nicht voll zur Ausbildung gelangenden kleinen Träger stets sympodial verzweigt. Die Sporangienwand ist in jungen Kulturen leicht zerfließend, doch mit zunehmendem Alter immer widerstandsfähiger gegen Wasser. Mehr oder weniger große Reststücke der Wand sind stets im Präparat zu finden. S p o r e n durchweg kurz oval bis kugelig, höchstens 1 1/2 mal so lang als breit. Gemmen sehr zahlreich, von verschiedenster Form und Größe, im Substrat und in allen Teilen des Rasens, auch in der Columella. Die Sporangienträger erscheinen oft schon bei Lupenvergrößerung infolge der Gemmenbildung kettenartig gegliedert. Kugel- und Sproßgemmen noch nicht bei allen Arten beobachtet. Z y g o t e n sehr selten, nur bei *M. racemosus* und *M. circinelloides* gefunden.

Die morphologischen Unterschiede der einzelnen Arten sind sehr gering, die physiologischen bedürfen erst noch weiterer Klärung. Es ist daher wahrscheinlich, daß auch unter den hier aufgeführten Artnamen sich noch Synonyme befinden bzw. eine oder die andere "Art" nur als Rasse zu betrachten ist.

M. racemosus und *M. javanicus* sind als Gärungserreger physiologisch etwas näher untersucht worden.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Junger Rasen weiß bis gelbbraun | (2) |
| Junger Rasen grau oder graubraun | (4) |
| 2. Bei 37°C kein Wachstum mehr | 16. <i>M. racemosus</i> (S. 18) |
| Bei 37°C deutlich gehemmtes Wachstum | 17. <i>M. praini</i> (S. 19) |
| Bei 37°C noch kräftiges Wachstum | (3) |
| 3. Sporen bis 12 µ lang | 18. <i>M. javanicus</i> (S. 20) |
| Sporen bis 5 µ lang | 19. <i>M. rouxianus</i> (S. 21) |
| 4. Sporangien bräunlich | 20. <i>M. circinelloides</i> (S. 21) |
| Sporangien schwarz | 21. <i>M. griseo-cyanus</i> (S. 23) |

16. *Mucor racemosus* Fresenius 1850

Beitr. Mycol. S. 12 (Abb. 24 - 31; Abb. auch bei Bainier 1882, Brefeld 1889, Bruderlein 1916, Klebs 1896, Wehmer 1907, Hagem 1910 u.a.) Abb. 5. s. S. 14.

M. tenuis Bainier 1883, Ann. Sc. Nat. 6. ser. 15, 353 (fide Zycha 1935).

M. racemosus var. *brunneus* Morini 1896, Sacc. Syll. Fung. 14, 433 (1899).

M. christianensis Hagem 1910, Ann. mycol. 8, 268 (fide Zycha 1935).

M. muriperda Sacc. & Sinig. 1913, Ann. mycol. 11, 321.

M. lusitanicus Bruderlein 1916, Bull. Soc. Bot. Genève 2. ser. 8, 273 (fide Zycha 1935).

M. mediterraneus Pispék 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 13 (fide Zycha 1935).

M. varians Pispék 1919, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 6.

M. pispékii Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 47.

M. racemosus var. *griseospora* Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 47.

M. racemosus var. *christianensis* (Hagem) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 47.

M. racemosus var. *lusitanicus* (Bruderlein) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 47.

R a s e n anfangs weiß, später gelb bis bräunlich. Höhe sehr verschieden, 0,2 - 3 cm, jedoch zu Sporangien- und Sporengröße in keinem Verhältnis stehend. Von Zycha's (1935) unter gleichen Bedingungen gezogenen Stämmen wuchsen 5 % 0,2 cm hoch, 20 % 0,5 cm, 25 % 1 cm, 35 % 1,5 cm und 15 % 2,5 cm hoch, konstant durch viele Passagen. Kleine Änderungen von Nährboden und Temperatur bedingen jedoch bereits nach mehreren Passagen eine andere, unter diesen Bedingungen dann wieder konstante Rasenhöhe. Sporangienträger in der Jugend fast gar nicht, später sehr stark sowohl razemös als auch sympodial verzweigt. Am Rande der Kulturen ist oft zu beobachten, daß lange Sporangienträger nach außen umfallen und gewissermaßen zu Ausläufern werden, da die auf dem Nährboden liegenden Sporangien teils aus den Sporen, teils aber auch aus der Columella einen kleinen dichten, schon dem bloßen Auge auffanden Rasen hervorgehen lassen. Sporangien meist 70 μ , bei jungen Rasen mit zerfließender, bei älteren mit zerbrechender Wand, gelblich bis braun. Columella kugelig oder oval, meist ein wenig aufsitzend, in alten Kulturen in typischer Weise geschrumpft. Sporen oval, in der Größe rassenmäßig unterschiedlich, meist 6 - 9 μ lang, doch auch zwischen 3 und 10 μ schwankend. Mycelgemmen bis in die Columella hinein sehr zahlreich und ein wesentliches Merkmal der Art. Kugelgemmen etwas seltener; Sproßgemmen in flüssigen, zuckerhalten Substraten, vor allem bei Sauerstoffmangel (Sprossung jedoch nur spärlich, s.a. Wehmer 1907).

Der Pilz ist heterothallich, doch wurden die Zygoten nicht häufig beobachtet (Bainier 1884, Leger 1895, Sumstine 1910, Saito & Naganishi 1914, 1915a, Campbell 1938, OU 1940). Von Johann (1932) und von Zycha (1935) wurden sie trotz reichlichen Materials vergeblich gesucht.

Die morphologische Untersuchung von 20 aus verschiedenen Substraten von Zycha (1935) frisch isolierten Stämmen zeigte, daß die große Variationsbreite dieser Art eine weitere Aufteilung auf Grund morphologischer Eigenschaften nicht zweckmäßig erscheinen läßt.

Von diesem Pilz wurden immer wieder neue Stämme als eigene Arten beschrieben. Die meisten Diagnosen krankten jedoch daran, daß die angegebenen morphologischen Unterschiede zu geringfügig sind und die physiologischen Eigentümlichkeiten nicht untersucht wurden.

Kardinalpunkte der Temperatur: 4°; 20 - 25°; 32° C (Klebs 1896, Wehmer 1907, Giesebrecht 1915). Bestes Wachstum in künstlicher Nährlösung stellte Pistor (1929) bei pH 8 fest. Säure wird nicht gebildet, doch wird Gelatine verflüssigt, Rohrzucker gespalten, Stärke hydrolysiert (Klebs 1896, Schäffer 1901, Butkewitsch 1903, Wehmer 1907, Giesebrecht 1915). Von besonderer Bedeutung scheint die Fähigkeit des Pilzes zu sein, in zuckerhaltiger Lösung alkoholische Gärung hervorzurufen (nach Henneberg 1926 bis zu 7 Vol.-% Alkohol). Die Gärung steht jedoch nach Wehmer (1905, 1907) in keinem Zusammenhang mit dem Auftreten der Kugelhefe. Die Sporenceimung wurde von Raybaud (1922) näher untersucht.

Eine auf der ganzen Welt am häufigsten gefundene Arten. In Erde, Pferdemist, auf verschiedenen Vegetabilien (mehrmals auch auf saurer Milch), aber auch als Luftkeim stets zu finden. Deutschland (u.a. Pistor 1929, Johann 1932, Feher 1933, Zycha 1935, Niethammer 1935, Linnemann 1936, Krehl-Nieffer 1951, Wegener & Questel 1951, Rehm & Rehm 1953); Dänemark (Jensen 1931); England (Dale 1912, 1914, Elliot-Bayliss 1930 in Marschböden, Campbell 1938, Warcup 1951, Jeferys et al. 1953); Finnland (Feher 1933, Svinhufvud 1937); Galizien (Namyslowski 1910-b); Irland (Colhoun 1938); Italien (Niethammer 1935); Jugoslawien (Pispek 1929); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Kubiena 1932, Niethammer 1933, 1942 a, Szilvinyi 1941); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Kursanow & Schkljar 1938, Sagdullaeva 1962, Kyrilenko 1965); Schweiz (Lendner 1908, Niethammer 1935, Blumer 1945); Tschechoslowakei (Niethammer 1933, 1942 b); Ungarn (Feher 1933).

China (OU 1940, Hesseltine 1965); Indien (Thakur & Norris 1928, Dalvi 1930, Ajrekar & Dharmarajulu 1931, Uppal et al. 1935, Ghatak & Roy 1939, Chowdhury 1946, Roy 1948, Ramakrishnan 1955, Rugmini 1956, Agnihothrudu 1957, 1961, Konger & Baruah 1958, Saksena & Sarbhoy 1962, B.S.Mehrotra 1967); Irak (Al-Doory et al. 1959); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958, Joffe 1963); Japan (Saito 1904, Takahashi 1919, Saito 1952); Java (Boedijn 1958); Kanada (Bisby et al. 1933, Zycha 1935); Nordamerika (Sumstine 1910, Jensen 1912, Waksman 1916, Werkenthin 1916, Abbott 1926, Christenberry 1940, Bonner & Fergus 1959); Nordafrika (Killian & Feher 1935, Muskat 1955); Grönland (Nielsen 1927).

17. *Mucor praini* Chodat et Nechitch 1904

Inst. Bot. Genève 6. ser. 5, 38 (Abb. bei Wehmer 1907, Lendner 1908).

M. mandshuricus Saito & Naganishi 1914. Rep. Centr. S. Mandsh. Railw. Co. 1 (fide Zycha 1935).

Morphologisch höchstens durch die "sympodiale" Verzweigung von *M. racemosus* zu unterscheiden. Weitere Untersuchungen müssen erst zeigen, ob nicht auch diese Art nur als Varietät aufzufassen ist.

R a s e n auf Reis 4 cm hoch, auf Würzelatine 1,5 cm, bei Dunkelheit 0,3 - 0,4 cm und auf Peptonagar noch niedriger. S p o r a n g i e n gelb bis dunkelbraun. S p o r e n 3 x 4 bis 6 x 8 μ , oder kugelig 10 μ . Mycel- und Kugelgemmen häufig, doch Sproßgemmen nicht beobachtet. Z y g o t e n unbekannt. Temperaturoptimum etwa 25°C, Maximum nahe 38°C. Diastase-Wirkung, Gärung und Gelatineverflüssigung schwach; Milchzucker verwertbar. Durch die angegebenen physiologischen Eigenschaften von *M. javanicus* unterscheidbar (Wehmer 1907).

Indien, in Reismehlkuchen verarbeitet, zur Bereitung eines alkoholischen Getränkes dienend (Chodat & Nechitch 1904, Butler 1918, Butler et al. 1923/24, Hutchinson & Ayyar 1915), Erde (B.S.Mehrotra 1967); Deutschland (Zycha 1935); Frankreich (Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pispek 1929); Israel (Rayss & Borut 1958).

18. *Mucor javanicus* Wehmer 1900

Zentralbl. Bakt. II, 6, 610 (Abb. 1 - 15; Abb. auch bei Wehmer 1904, 1907, B.R.Mehrotra et al. 1965).

M. dubius Wehmer 1904.

R a s e n auf Reis dicht, aufrecht, 1 - 3 cm hoch, auf Würze bald zusammensinkend; nach Boedijn (1958) ist der Rasen silbergrau. B.R.Mehrotra et al. (1965) beobachteten auf Kartoffelwasserdextroseagar einen zunächst weißen, später gelblichen Rasen. Sporangienträger nach Boedijn stark verzweigt, oft mit Septen in der Hauptachse oberhalb der Verzweigungen. S p o r a n g i e n (nach Boedijn) kugelig, dunkelgrün bis schwarz, 14 - 100 μ ; Sporangienwand fein-stachelig, zerfließend, nach B.R.Mehrotra et al. dunkelbraun, zerbrechend; C o l u m e l l a farblos bis schwach braun, mit Kragen, kugelig, oval bis birnförmig, 7 - 81 μ hoch (nach Boedijn). S p o r e n hyalin, in Masse gelblich, subglobos, oval und ellipsoidisch, nach B.R.Mehrotra et al. 2,2 - 9,3 x 3,3 - 12,4 μ , nach Boedijn bis 8,5 μ . Mycelgemmen häufig. Kugelgemmen besonders zahlreich. Bei Luftabschluß Sproßgemmen von 3 - 6 μ Durchmesser. Z y g o t e n von Saito & Nahanishi (1914) beobachtet, 50 - 60 μ , dunkelbraun.

Temperaturoptimum 35 - 40°C, doch schon bei 20°C gutes Wachstum (Wehmer 1900). Nach Giesebrecht (1915) liegt das Minimum über 8°C, das Maximum unter 45°C. Gärung (unabhängig von der Sproßgemmenbildung!) in Malzauszug besonders stark, etwas geringer in Dextroselösung. Grenze bei 5 - 6 % Alkohol (Wehmer 1904). Gelatineverflüssigung langsam, Dextrose, Saccharose, Maltose gut, Laktose schlecht verwertbar. Schwache Säurebildung. Stärke wird verzuckert. Für Mäuse nicht pathogen (Giesebrecht 1915).

Java, in javanischem "Ragi", das sind Reismehlkuchen zur Bereitung eines alkoholischen Getränkes (Wehmer 1900), auf verfaulenden Samen von *Mucuna* (Boedijn 1958); Indien (Butler & Shaw 1913/14, Raizada 1957), Gartenerde und Mäusekot (B.R.Mehrotra et al. 1965); Formosa, neben *M. rouxianus* (Nakazawa 1913); Österreich, Erde (Janke & Holzer 1929); Tschechoslowakei, Erde (Niethammer 1933).

Wehmer (1900) diskutiert bereits selbst die Existenzberechtigung dieser Art. Da *M. circinelloides*, dem *M. javanicus* am meisten gleicht, nicht genügend bekannt ist, entscheidet sich Wehmer für eine Trennung.

19. *Mucor rouxianus* (Calmette) Wehmer 1900

Zentralbl. Bakt. II, 6, 364 (Abb. 1, 2; Abb. auch bei Wehmer 1907).

Amylomyces rouxii Calmette 1892, Ann. Inst. Pasteur 6, 605.

R a s e n niedrig, höchstens 0,4 cm hoch, weiß, hellgelb oder auch grau, zart, locker. Sporangienträger schwach sympodial verzweigt. Sporangien hellgelb oder gelbbraun, meist 50μ ($20 - 100 \mu$), nur unter besonders günstigen Bedingungen zahlreich. Columella bis 40μ hoch, kugelig oder abgeplattet, oft mit gefärbter Membran. Sporen $4 - 5 \mu$. Mycelgemmen reichlich, von verschiedener Größe, bis 100μ Durchmesser und 7μ Wanddicke. Sproßgemmen ebenfalls beobachtet. Zygoten unbekannt.

Wachstum bei 20°C gut, doch liegt das Optimum bei 37°C , Minimum und Maximum unter 9° bzw. 45°C (Wehmer 1900, Giesebrecht 1915). Stärke wird verzuckert. Mit Ausnahme von Laktose und Saccharose wird Zucker vergoren, wobei bis zu 25 % des verbrauchten Zuckers in Bernsteinsäure umgewandelt werden können (Goupil 1911), über die Bildung von Milchsäure s. Lilly & Barnett (1951). Gelatineverflüssigung langsam. Für Mäuse ist der Pilz nach Giesebrecht (1915) nicht pathogen.

In einem asiatischen Gärungserreger, der sog. "chinesischen Hefe" (Calmette, von Wehmer 1900 eingehender untersucht); Formosa (Nakazawa 1913); Grönland, Erde (Nielsen 1927).

M. indicus Lendner 1930, Bull. Soc. Bot. Genève 21, 258. Rasen zart, hellgrau bis rosa, etwa 0,5 cm hoch. Sporangienträger in spitzem Winkel verzweigt. Sporangien rosa, $40 - 44 \mu$, mit meist leicht zerfließender Wand. Columella sehr verschieden in Form und Größe, bis 26μ . Sporen hyalin, kugelig bis oval, $4 - 5 \mu$. Gemmen sehr zahlreich, in flüssigen Medien auch Sproßgemmen. Bei 37°C noch gutes Wachstum. Diese Art ist nicht gesichert. Sie steht zwischen *Mucor rouxianus* und *Mortierella ramanniana*.

20. *Mucor circinelloides* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 94 (Abb. bei Leger 1895, Wehmer 1907, Hagem 1908, Jensen 1912, Bobr-Tylingo 1954). Abb. 6.

M. echinulatus Paine 1927, Mycologia 19, 253 (fide Zycha 1935).

R a s e n anfangs grau, später bräunlich, unten dicht, darüber sehr locker, $0,2 - 1$ cm hoch. Sporangien erst hell, dann grau und schließlich in braun übergehend, $40 - 70 \mu$ ($15 - 100 \mu$). Die großen Langtriebsporangien mit zerfließender, die kleineren Sporangien der vielfach etwas gebogenen Seitenäste mit mehr oder weniger leicht zerbrechender Wand. Columella kugelig oder oval, gelegentlich mit schwach stahlblauer Membran, bis 50μ , seltener bis 80μ hoch. Sporen regelmäßig, kurz oval, $3 - 4 \times 4 - 6 \mu$, einzeln hyalin, gehäuft schwarzgrau (Bobr-Tylingo's Pilz hatte neben

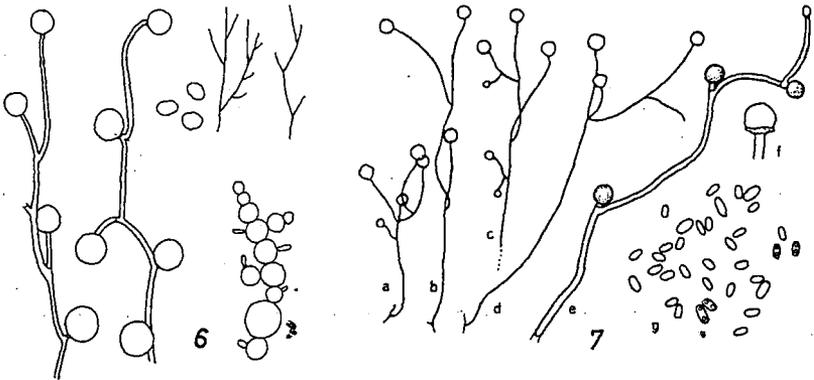


Abb. 6. *Mucor circinelloides*; niedrige und hohe Sporangienträger, Sporen, Sproßgemmen in flüssigem Medium (n. Hagem 1908).

Abb. 7. *Mucor griseo-roseus* (n. Linnemann 1936)

kugeligen Sporen unregelmäßig gestaltete kantige Sporen, weshalb Boedijn (1958) die Richtigkeit der Bestimmung anzweifelt). Mycelgemmen in geringerer Anzahl als bei *M. racemosus*. Auch Kugel- und Sproßgemmen wurden beobachtet. Z y g o t e n nur von van Tieghem angegeben; Heterothallie von Saito & Naganishi (1915) indirekt nachgewiesen.

Als wesentliches Merkmal wird das Überwiegen von kleinen, gestauchten, sympodial verzweigten Sporangienträgern über die ebenfalls reichlich verzweigten, jedoch höheren Langtriebe angegeben, wobei die Seitenäste vielfach etwas gebogen sind und so an *Circinella* erinnern. Da sehr viele *Mucor*-Arten unter gewissen Bedingungen vorwiegend Kurztriebe bilden (vgl. *M. saturninus*, *M. lamprosporus* u.a.), andererseits die Krümmung der Seitenäste nicht immer deutlich zum Ausdruck kommt, erscheint es nur zu verständlich, daß bei Verwendung verschiedener Nährböden auch verschiedene Pilze obigem Namen unterstellt wurden. Hagem (1908) weist eindringlich auf die Widersprüche der älteren Literatur hin.

Bei 30–35°C noch üppige Sporangienbildung. Bereits 1878 von Gayon als Erreger alkoholischer Gärung beschrieben. Rohrzucker spaltet der Pilz nicht; nach Saito & Naganishi (1914) Vergärung von Dextrose, Fruktose, Maltose, jedoch nicht von Laktose und Saccharose.

Meist in Erde. Holland, Pferdemit, faulende Kartoffeln (van Tieghem 1875); Deutschland (Zycha 1935, Linnemann 1936, Hirte 1961 b); Belgien (Welvaert & Veldeman 1955); Dänemark (Jensen 1931); England (Dale 1912, 1914, Elliott-Bayliss 1930); Finnland (Svinhufvud 1937); Frankreich (Léger 1895, Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pispek 1929); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Janke & Holzer 1929); Polen (Krzemieñewska & Badura 1954); Rußland (Kursanow & Schkljar 1938, Kyrlyenko 1965); Schweiz (Lendner 1908); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); Indien (Subramanian 1952); Irak (Al-Doory et al. 1959); Java (Boedijn 1958); Japan (Takahashi 1919); USA. (Sumstine 1910, Jensen 1912, Waksman 1916, Povah 1917, tt 1918, Paine 1927, Swift 1929); Panamakanalzone (Farrow 1954); Ägypten (Sabet 1935); Madagaskar (Bobr-Tylingo 1954); Tunesien (Muskat 1955); Grönland (Nielsen 1927).

21. *Mucor griseo-cyanus* Hagem 1908

Norweg. *Mucor*. 1, 28 (Abb. 9; Abb. auch bei Lendner 1908).

R a s e n dunkelgrau, bei 20 - 25°C blauschwarz, etwa 1 cm hoch. Sporangienträger glasig hyalin, aufrecht, doch bald umsinkend, 2 - 3 cm lang, 8 - 18 μ dick. Seitenäste traubig und wirtelig angeordnet, meist kurz und etwas nach abwärts gebogen. S p o r a n g i e n erst gelblich, dann tiefschwarz, 60 - 90 μ , mit glatter Wand, die bei den großen Sporangien der Seitenäste jedoch zerbricht. C o l u m e l l a bis 45 μ hoch, oval oder kugelig, gelegentlich mit hellbrauner Membran. S p o r e n oval oder breit ellipsoidisch, 2,5 - 4 x 4 - 6 μ . Gemmen vereinzelt, Z y g o t e n unbekannt.

Die weißen Sporangienträger mit den vielfach an gekrümmten Seitenästen stehenden schwarzen zerbrechenden Sporangien erinnern an die Gattung *Circinella*. Jedoch sind die Sporangienträger bei *M. griseo-cyanus* traubig und wirtelig verzweigt, bei *Circinella* sind sie symphydial verzweigt. Da genau die gleichen Unterschiede gegenüber *Circinella* nach der Originaldiagnose van Tieghem's *M. circinelloides* charakterisieren, war es möglicherweise dieser erst von Hagem (1908) wiedergefundene Pilz, den van Tieghem seinerzeit so kurz und doch so klar beschrieb. Da jedoch eine ganze Reihe von Forschern einen anderen *Mucor* dem Namen *circinelloides* unterstellten, wird der Artname Hagem's beibehalten.

Nach Wettstein (1955) zur Konversion von Steroiden verwandt.

Meist in Erde. Norwegen (Hagem 1908); Deutschland (Linnemann 1936); Frankreich (Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pispek 1929); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Kýrylenko 1965); Schweiz (Lendner 1908); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); Irak (Al-Doory et al. 1959); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958, Joffe 1963); USA. (Povah 1917, Swift 1929); Ägypten (Sabet 1935); Madeira (Zycha 1935); Australien (McLennan & Ducker 1954).

D. Sectio Fragilis

Die hierher gehörenden Arten haben im Habitus sehr viel Ähnlichkeit mit jenen der Sectio *Racemosus*. Der Unterschied liegt hier in den langgestreckten Sporen (etwa 2 mal so lang als breit); auch sind in den Sporangienträgern meist keine Gemmen vorhanden. R a s e n niedrig, älter meist dunkelgrau oder braun, Sporangienträger meist reichlich verzweigt. S p o r a n g i e n von verschiedener Größe, Wand langsam zerfließend oder zerbrechend.

1. Rasen 0,1 - 0,2 cm hoch (2)
- Rasen 0,5 - 2 cm hoch (3)
2. Alle Sporangien mit Columella 22. *M. ambiguus* (S. 24)
- Nur die größeren Sporangien mit normaler Columella, die kleineren Sporangien ohne Columella 23. *M. ramosissimus* (S. 24)
3. Sporen bis 19 μ lang 24. *M. sciurinus* (S. 25)
- Sporen kleiner (4)

4. Sporen bis 12 μ lang 25. *M. lausannensis* (S. 25)
 Sporen bis 9 μ lang (5)
5. Ältere Rasen grau mit rötlichem Ton 26. *M. griseo-roseus* (S. 25)
 Ältere Rasen grau bis braun (6)
6. Sporangienträger stark verzweigt 27. *M. fragilis* (S. 26)
 Sporangienträger nur mit ein bis zwei kurzen Seitenzweigen
 28. *M. mousanensis* (S. 27)

22. *Mucor ambiguus* Vuillemin 1886

Bull. Ac. Sc. Nancy, S. 92 (Abb. 71 - 77; Abb. auch bei Gayon & Dubourg 1887).

M. alternans van Tieghem 1887, Gayon & Dubourg, Ann. Inst. Pasteur 1, 532.

Rasenschwärzlich, nur 0,2 cm hoch. Sporangienträger verzweigt. Sporangien etwa 100 μ . Columella kugelig, Sporen länglich-oval, 2-3 x 5 - 7 μ (nach Rayss 1945: 4 - 5 x 7 μ). Mycel- und Kugelgemmen beobachtet (nach Vuillemin und van Tieghem). Saito & Naganishi (1915) stellten Zygotenbildung und Heterothallie fest.

Der im CBS kultivierte und von Zycha (1935) untersuchte Stamm bildete höhere Rasen aus und hatte breitere ovale Sporen. Hesseltine & Ellis (1964) berichten von drei *M. ambiguus*-Stämmen in der ARS-Kultursammlung mit einem unter 0,2 cm hohen Rasen und einer Sporangienwand, die nicht so fest ist wie bei *M. ramosissimus* (Temperatur-Maximum unter 37°C).

Dextrose und Dextrin werden vergoren (Gayon & Dubourg 1887). Stärke wird verzuckert, Rohrzucker wird nicht gespalten.

Auf Brot (Vuillemin 1886); Polen, Hundeexkremente (Namyslowski 1910 b); Indien, Erde (B.S.Mehrotra 1967, als *M. alternans* bezeichnet); Israel, Erde (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958); USA., in Michigan, Erde (Goddard 1913), in Wyoming, Erde (Rall 1965).

23. *Mucor ramosissimus* Samutsevitch 1927

Materials for Mycology and Phytopathology 6, 204 (Abb. bei Hesseltine & Ellis 1964 b).

Nach Hesseltine & Ellis (1964 b) auf Kartoffelwasser-Dextrose- und auf Malzagar schnellwüchsig; Rasen 0,1 - 0,2 cm hoch; im Zentrum einige über den Rasen hinausragende Träger mit zerfließenden Sporangien. Sporangienträger bis 17 μ dick, nach oben verjüngt, aufrecht, septiert, rau, sympodial verzweigt, mit bis zu 11 fertilen Zweigen; erste Seitenzweige mit den größeren Sporangien 15 - 33 μ lang, unterhalb der Sporangien etwas eingeschnürt, die darauf folgenden Zweige kürzer; Sporangienträger z.T. mit kugeligen Anschwellungen (keine Gemmen). Sporangien 15 - 70 μ , wenig bis vielsporig, die kleineren Sporangien ohne Columella; die Sporangien erst weiß im durchscheinenden Licht, dann olivgrau, in Wasser gelblich-braun, oft aufbrechend. Wand der größeren Sporangien zerfließend. die

Mehrzahl der Sporangien mit extrem dauerhafter Wand, rauh und inkrustiert, durchsichtig. *Columella* 20 - 37 μ breit, 17 - 30 μ lang, nahezu kugelig, glatt, hyalin, mit Kragen. Sporen 3,3 - 3,5 x 3,5 - 8 μ , unregelmäßig oval bis nahezu kugelig, hyalin, in Masse bräunlich. Substrathyphen mit Gemmen 6,5 - 13 μ . Zygoten nicht beobachtet. Bei 37°C stark gehemmtes Wachstum. Samutsevitsh (1927) hat Sporangien ohne *Columella* nicht erwähnt.

Uruguay, von einem Patienten mit chronischer Mykose (Hesseltine & Ellis 1964 b).

B.S.Mehrotra (1967) beschreibt einen ähnlichen Pilz, *M. aligarensis* B.S.Mehrotra & B.R.Mehrotra, der sich von dem von Hesseltine & Ellis beschriebenen *M. ramosissimus* durch größere Sporen (bis 18 μ) unterscheiden soll.

24. *Mucor sciurinus* Naumov 1915

Petersb. Pilze (Taf. 1).

Rasen grau bis braun, 0,5 - 0,6 cm hoch, Sporangienträger bis 50 μ Durchmesser, stark verzweigt, Sporangien 70 - 170 μ , Wand fein stachelig, mehr oder weniger zerfließend. *Columella* kugelig oder eiförmig, bis 55 μ hoch. Sporen unregelmäßig ellipsoidisch, 5,5 - 10 x 7 - 19 μ .

Auf Exkrementen (Naumov 1915).

25. *Mucor lausannensis* Lendner 1908

Mucor. Suisse, S. 75 (Abb. bei B. R. Mehrotra et al. 1965).

Rasen zart, gelblich, 0,5 - 1 cm hoch. Sporangienträger 10 - 14 μ dick, schwach verzweigt. Sporangien nach Lendner 40 - 54 μ , nach Mehrotra et al. (1965) 15 - 90 μ , Wand wie bei *M. racemosus*. *Columella* oval oder kugelig, bis 50 μ hoch. Sporen oval, gehäuft gelblich, sehr verschieden, von 2 x 4 bis 6 x 12 μ , im Mittel 6 x 8 μ . Gemmen selten (14 - 16 μ). Zygoten unbekannt.

Schweiz, faulende Agaricaceae (Lendner 1908); Deutschland (Hirte 1961 a, b); England (Dale 1914), Erde (Warcup 1951); Indien, Kamelkot (Ajrekar & Dharmarajulu 1931), Erde (B.S.Mehrotra & Sarbhoy 1960, B.R.Mehrotra et al. 1965); USA., in Colorado, Erde (Le Clerg & Smith 1928, Le Clerg 1930); Nordafrika, Erde (Muskat 1955).

26. *Mucor griseo-roseus* Linnemann 1936

Flora 130, 189 (Fig. 7) Abb. 7. s. S. 22

Rasen bis 1,5 cm hoch, erst weiß, dann grau mit mehr oder weniger stark rötlichem Ton. Sporangienträger teils aufrecht, teils niederliegend; Verzweigung der höheren Träger vorwiegend zymös, vereinzelt razemös; dazwischen niedrigere, stark zymös verzweigte Träger; bei den kleinen Trägern stellt die

Trägerachse mit dem Sporangium das Wachstum bereits kurz hinter der Verzweigungsstelle ein, so daß die Sporangien z.T. auf dem Träger zu "sitzen" scheinen; Sporangien 60 - 70 μ , erst durchsichtig weißlich, dann gelbbraunlich, manchmal mit violetter Schimmer. Membran inkrustiert, zerbrechend. Träger 6 - 10 μ dick, 0,1 - 1,5 mm lang. Columella farblos, meist aufgesetzt halbkugelig und etwas breiter als hoch, seltener kugelig, 12,5 - 33,4 x 14,6 - 33,4 μ , mit Kragen. Sporen länglich, oval bis zylindrisch, mit ein bis zwei lichtbrechenden Kugeln, 2 - 4 x 4 - 8 μ , etwa doppelt so lang als breit. Gemmen und Zygoten nicht beobachtet.

Von *M. subtilissimus* Oud: unterschieden durch die Farbe des Rasens und die starke Verzweigung der Träger.

Deutschland, Erde (Linnemann 1936); Rußland, Erde (Teternikova-Babayana & Abramyan 1966).

27. *Mucor fragilis* Bainier 1884

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 19, 208 (Abb. 12 17; Abb. auch bei Vuillemin 1904, Dangeard 1906, B.R.Mehrotra et al. 1965).

Rasengrau bis braun, von verschiedener Höhe (Rasseneigentümlichkeit!) 0,2 - 1,5 cm. Sporangienträger aufrecht, 7 - 15 μ dick, meist sympodial stark verzweigt und schöne Schraubel oder Wickel bildend. Sporangien weißgelblich bis grau, später dunkelolivbraun, klein, 35 - 85 μ , Wand mehr oder weniger langsam zerfließend. Columella kugelig bis oval, glatt, hyalin, bis 50 μ hoch, mit mehr oder weniger deutlich ausgeprägtem Kragen. Sporen in Masse dunkelbräunlich, regelmäßig elliptisch-zylindrisch, doppelt so lang als breit, 2,5 x 5 (2 - 4 x 4 - 8) μ , nach Mehrotra et al. (1965) auf SMA und Kartoffelwasser-Dextrose-Agar 2,2 - 9,9 x 4,4 - 13,2 μ . Mycelgemmen vereinzelt. Kugelgemmen von Bainier beobachtet. Zygoten nach Bainier im Winter und Frühjahr zahlreich, schwarz, kugelig, 50 μ . Die von Zycha (1935) isolierten 5 Stämme gaben untereinander auf Malz- und Malzpeptonagar keine Zygoten.

Feuchtes Leinmehl, Pflaumendekokt (Bainier 1884); Deutschland, Waldboden, tote Fichtennadeln, Tremella-Fruchtkörper (Zycha 1935), Erde (Krehl-Nieffer 1955, Muskat 1955); Österreich, Erde (Zycha 1935); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); Indien, Erde (Ghosh & Dutta 1962, Saksena & Sarbhoy 1962, B.R.Mehrotra et al. 1965); Irak (Al-Doory et al. 1959); USA., Erde (Christenberry 1940, Bonner & Fergus 1959, Gochenaur & Backus 1967); Kanada, Erde aus einem Fichtenbestand (Zycha 1935); Tunesien, Erde (Muskat 1955); Australien, Erde (McLennan & Ducker 1954).

28. *Mucor mousanensis* Baijal et B. S. Mehrotra 1965

Sydowia, Ser. II, 19, 205 (Abb. 38, 5 - 9; 40, 1, 2).

R a s e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar erst weiß, später grau, wollig, über 1 cm hoch. Sporangienträger erst einfach und hyalin, später hellbraun, mit ein oder zwei kurzen Seitenzweigen. Sporangien kugelig, schwärzlich, 30 - 135 μ , Wand stachelig, bläulich oder bräunlich, zerbrechend. Columella meist länglich, manchmal oval oder breiter als lang, bläulich oder bräunlich, 18 - 63 x 24,5 - 75 μ . Sporen meist länglich bis zylindrisch, 3,7 - 6 x 6 - 9 μ . Keine Chlamydosporen.

Indien, auf Mäusekot.

E. Sectio Hiemalis

R a s e n weiß, gelblich oder hellgrau, niemals braun oder schwärzlich. Auf Agar 1 - 2 cm hoch, auf Brot etwa 3,5 cm. Sporangienträger zunächst unverzweigt, später mit meist sympodial gebildeten Seitenästen. Sporangien bis 100 μ , in Wasser leicht zerfließend. Sporen nur vereinzelt über 7 μ lang.

1. Sporen lang, schmal (1:2 - 3) 29. *M. subtilissimus* (S. 28)
Sporen länglich (1:1,5 - 2) (3)
Sporen oval (1:1 - 1,5) (5)
Sporen unregelmäßig (kugelig, oval, länglich) (2)
2. Sporangienträger schwach verzweigt 30. *M. varians* (S. 28)
Sporangienträger nicht verzweigt, manchmal mit einer blasigen Anschwellung unter dem Sporangium 31. *M. zychae* (S. 29)
3. Sporen abgerundet zylindrisch, sehr gleichmäßig, bis 4 μ (höchstens 5 μ) lang
..... 32. *M. microsporus* (S. 29)
Sporen länger (4)
4. Sporen doppelt so lang als breit, Rasen weiß, hellgrau oder gelblich, heterothallisch ...
..... 33. *M. hiemalis* (S. 30)
Zygotenlose Art 34. *M. adventitius* (S. 32)
Rasen orange-gelb, heterothallisch 35. *M. luteus* (S. 32)
5. Keine Gemmen 36. *M. corticolus* (S. 33)
Gemmen vorhanden (6)
6. Riesenzellen im Agar 37. *M. silvaticus* (S. 33)
Keine Riesenzellen (7)
7. Sporen regelmäßig ellipsoidisch 38. *M. griseo-lilacinus* (S. 34)
Sporen kurz oval bis kugelig 39. *M. abundans* (S. 34)

29. *Mucor subtilissimus* Oudemans 1898

Nederl. Kruidkund. Arch. 3, 435 (Abb. bei Nadson & Philippow 1925 a).

M. guilliermondi Nadson & Philippow 1925, Rev. gén. Bot. 37, 450 (fide Zycha 1935).

R a s e n weiß, seidig, zart, 1 - 1,5 cm hoch. Sporangienträger kaum verzweigt, 7 - 10 μ dick. S p o r a n g i e n manchmal nickend, anfangs weiß, hyalin, später bräunlichgelb, 30 - 50 μ , seltener 70 μ , mit sehr leicht zerfließender Wand. C o l u m e l l a zylindrisch bis kegelig oder auch oval, bis 25 μ hoch. S p o r e n besonders charakteristisch, langgestreckt, zylindrisch, meist mit je zwei Öltröpfen, im Mittel 2,5 x 7 μ (2 - 4,5 x 5,2 - 9 μ), in älteren Kulturen gelegentlich unregelmäßig gelappt. Der Pilz neigt in besonderem Maße zur Bildung von Mycel- und Sproßgemmen. Z y g o t e n unbekannt.

Die Art ist vor allem durch ihre Sporen gut kenntlich.

Der Temperaturbereich, in dem der Pilz zu wachsen vermag, erstreckt sich von etwa 4° bis 37°C. Vergoren werden Dextrose, Fruktose, Galaktose, Saccharose und Maltose, jedoch nicht Laktose. Die Bildung von Sproßgemmen wird durch Sauerstoffmangel gefördert und ist am reichlichsten in reiner Kohlensäureatmosphäre. Auch auf festen Nährböden läßt sich der Pilz in reiner Hefeform lange Zeit kultivieren und kann jederzeit auf geeignetem Substrat in die Mycelform überführt werden (Lüers, Kühles & Fink 1930). Auf gutem Nährboden überwiegen die Sproßgemmen mit ihrem größeren Stoffumsatz, während auf schlechteren Substraten das Mycelwachstum relativ stärker ist.

Meist in Erde. Holland, Pferdemit (Oudemans 1898); Deutschland (Pistor 1929); Österreich (Janke & Holzer 1929); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland, im Gewächshaus auf Exkrementen amerikanischer Schaben (Nadson & Philippow 1925 a); Indien (Mishra 1965, B.S.Mehrotra 1967); USA., in North Carolina (Christenberry 1940); Kuba (Christenberry 1940); Nordafrika (Muskat 1955).

30. *Mucor varians* Povah 1917

Bull. Torrey Bot. Cl. 44, 297 (Abb. 1 - 6; Abb. auch bei Baijal & B.S.Mehrotra 1965).

Sehr ähnlich *M. hiemalis*. R a s e n auf Brot dicht, elfenbeinfarben oder etwas grau, 1 - 3,5 cm hoch. Sporangienträger 8 - 20 μ dick, mehr oder weniger verzweigt. S p o r a n g i e n 60 - 80 μ (43 - 116 μ), erst gelblich, dann dunkelgrau oder grünlichbraun. Die Wand zerfließt und läßt einen Basalkragen zurück. C o l u m e l l a verschieden geformt, 20 - 70 μ hoch, oft mit grauer Wand oder orangegelbem Inhalt. Die sehr auffällig unregelmäßig gestalteten S p o r e n sind das wesentlichste Kennzeichen der Art. Sie sind zu gleichen Teilen klein und groß, rundlich oval oder länglich nierenförmig, aber auch von bizarr ausgebuhteter Form; Länge 4 - 8 μ (- 14 μ).

Der von Zycha (1935) isolierte Stamm zeigte vereinzelt Mycelgemmen und gab mit *M. hiemalis* keine Zygoten. Der von Linnemann (1936) isolierte Stamm bildete mit *M. hiemalis* Zygotenansätze. Campbell (1938) erhielt bei Kreuzungen mit *M. hiemalis*-Stämmen Zygoten, welche den normalen *M. hiemalis*-Zygoten ähnelten.

USA., in Michigan, Erde, Stallmist, faulender Apfel (Povah 1917), in Illinois, Erde (Swift 1929); Wespennester (Durrell 1965); Deutschland, Erde (Linnemann 1936, Krehl-Nieffer 1951); England, Erde (Campbell 1938, Jefferys et al. 1953); Tschechoslowakei, Erde (Niethammer 1933); Indien, Erde (Bajjal & B.S.Mehrotra 1965); Irak, Erde (Al-Doory et al. 1959); Marokko, Erde aus Pinienwald (Zycha 1935); Tunesien, Erde (Muskat 1955).

Treschow (1940) beschrieb *M. odoratus* mit bis 400 μ langen Trägerzweigen und mit charakteristischem (apfelsinen-marmeladeähnlichem) Geruch. Die Sporen dieses Pilzes werden als oval, ellipsoidisch oder plankonvex beschrieben (2,2 - 8 x 4,4 - 18,7 μ). Der Beschreibung nach konnte es sich um *M. varians* oder aber auch um *M. rufescens* handeln. B.S.Mehrotra (1967) berichtet von einer Isolierung von *M. odoratus* (aus Gartenerde in Indien), bei welcher die Seitenzweige der Träger statt der Sporangien meist leere Blasen trugen. B.S.Mehrotra (1967) bringt noch eine weitere neue Art, *M. prayagensis* B.S.Mehrotra & Nand, die sich von *M. odoratus* durch etwas kleinere Sporen und Sporangien (bis 50 μ , Sporen bis 14 μ) und fehlenden Geruch unterscheiden soll.

31. *Mucor zychnae* Bajjal & B.S. Mehrotra 1965

Sydowia, Ann. Mycol. Ser. II, 19, 204 (Abb. 38, 1 - 4; 40, 6).

Auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar zarter, weißer, hoher R a s e n. Sporangienträger unverzweigt, etwa 7 μ dick, manchmal mit blasiger Anschwellung unter dem Sporangium. S p o r a n g i e n kugelig, bräunlich, 45 - 105 μ , mit inkrustierter, zerfließender Wand. C o l u m e l l a meist kegelförmig, 14 - 25,5 x 17,5 - 35 μ (an der Basis), hyalin, mit Kragen. S p o r e n breit ellipsoidisch, manchmal nierenförmig oder kugelig, 5,2 - 15,7 x 12 - 31,5 μ , mit ein oder zwei Keimschläuchen keimend. Mycelgeminen vorhanden.

Gedüngte Erde, Indien.

32. *Mucor microsporus* Namyslowski 1910

Bull. Intern. Ac. Cracovie Cl. Math. Nat. B. S. 517 (Abb. bei Ling-Young 1930, Linnemann 1936).

M. cylindrosporus Ling-Young 1930, Rev. gén. Bot. 42, 731.

R a s e n anfangs weiß, später gelblich bis gelbgrau, locker, auf Malznährböden viel schwachwüchsiger als etwa *M. hiemalis*. Sporangienträger 0,5 - 1 cm, seltener 2 cm hoch, anfangs nicht, später schwach verzweigt, etwa 10 - 20 μ dick. Linnemann (1936) beobachtete in den Trägern, vor allem unterhalb der Sporangien, Anschwellungen, welche auch Ling-Young beschrieben hat. S p o r a n g i e n bräunlichgelb, 30 - 80 μ (meist 60 μ), mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a kugelig, meist mit gelbem Inhalt, bis etwa 50 μ . S p o r e n einzeln ungefärbt, in Masse grau bis braun, regelmäßig zylindrisch bis ellipsoidisch, meist 2,5 μ breit und 1 1/2 - 2 mal so lang. Gemmen und Z y g o t e n nicht beobachtet. Mit *M. hiemalis* werden keine Zygoten gebildet.

Die Art ist durch Größe und Form der Sporen, aber auch durch ihr langsames Wachstum gut charakterisiert. Darf nicht mit *Zygorhynchus moelleri* verwechselt werden.

Meist in Erde. Österreich, Rußland (Namyslowski 1910); Deutschland (Zycha 1935, Linnemann 1936); England (Elliott-Bayliss 1930); Frankreich (Ling-Young 1930); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); China (OU 1940); Indien (B.S. Mehrotra 1967); USA., in Maine, New Jersey (Waksman 1916, 1917), in North Carolina (Borut & Johnson 1962).

33. *Mucor hiemalis* Wehmer 1903

Ann. Mycol. 1, 39 (Abb. 1 - 9; Abb. auch bei Wehmer 1907, Hagem 1908, Lendner 1908, B.R. Mehrotra et al. 1965) Abb. 8.

(?) *M. erectus* Bainier 1884, Ann. Sc. Nat. Bot. 6. sér. 19, 207 (fide Zycha 1935)

M. pallidus Naumov 1914, Bull. Soc. Mycol. France 30, 382

M. albus Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 9 (fide Zycha 1935)

M. mustellinus Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 12 (fide Zycha 1935).

R a s e n weiß, hellgrau oder gelb. Die Farbe scheint konstantes Merkmal der verschiedenen Rassen zu sein, tritt jedoch nur auf Brot oder Malzpepton-Nährboden deutlich hervor. Auf Malzagar zeigen alle Stämme fast die gleiche Farbe. Höhe des Rasens 1 - 2 cm, auf Brot auch 3,5 cm. Sporangienträger anfangs einfach, später sympodial verzweigt. Sporangien 50 - 85 μ , meist 60 μ , erst hellgrau oder gelblich, später dunkelbräunlich-oliv oder graubraun, feucht glatt, trocken maschig-rauh. Wand leicht zerfließend. Columella hyalin, farblos, kugelig oder oval, bis 50 μ hoch. Sporen trotz ihrer Unregelmäßigkeit sehr typisch, von auffallend verschiedener Größe, jedoch stets lang oval oder nierenförmig, einzeln farblos, in größerer Menge dunkelbraun bis grünlich, 2,5 - 5 μ breit bei 1 1/2 - 2 mal so großer

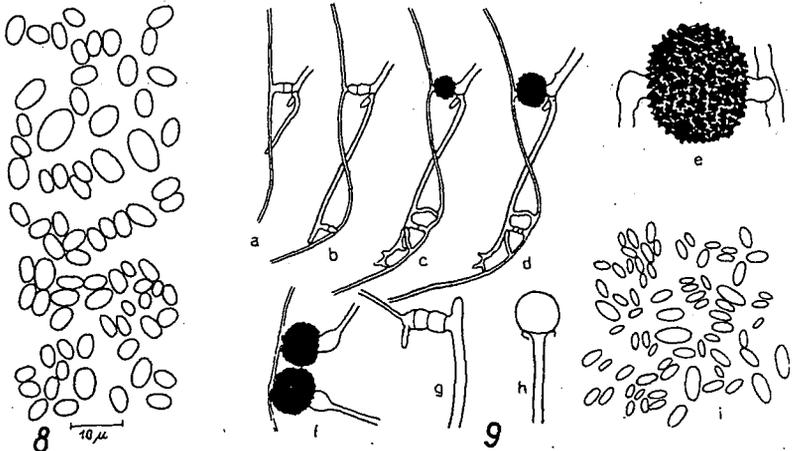


Abb. 8. (links) *Mucor hiemalis*; Sporen (n. Zycha 1935); Abb. 9 (rechts) *Mucor luteus*; Zygotenbildung, Columella und Sporen (n. Linnemann 1936).

Länge: Durch etwas größere Sporenmaße scheinen sich die gelben Stämme auszuzeichnen (Länge bis 11 μ). Mycel- und Kugelgemmen in älteren Kulturen zahlreich, vereinzelt scheinen auch langgestreckte Riesenzellen im Agar vorzukommen. Zygoten häufig zu beobachten, zwischen gegeneinander geimpften (+) und (-) Stämmen bilden sie deutliche Linien von erst gelber und später schwarzer Farbe. Zygoten leiterförmig an besonderen Trägern zwischen der Substratoberfläche und einer Höhe von etwa 0,2 cm, 40 - 90 μ , im Mittel 60 - 70 μ , dunkelbraun und gefeldert. Heterothallisch. (Vgl. auch Parasitella, S. 49).

M. hiemalis ist ein sehr häufig beobachteter Pilz, von dem eine große Zahl von Varietäten beschrieben wurde. Da jedoch noch nicht nachgewiesen ist, wie weit es sich in jedem einzelnen Fall um Eigenschaften handelt, die nur vom Substrat und den übrigen Wachstumsbedingungen abhängen, muß hier auf eine Diskussion der von den folgenden Autoren beschriebenen Varietäten, die einer speziellen Bearbeitung bedürfen, verzichtet werden: Naumov (1915, 1939), Lendner (1918), Price (1927), Zycha (1935).

Wachstumsoptimum bei etwa 20 - 25°C, Minimum etwa bei 3°, Maximum über 35°C (Wehmer 1907). Die Zygotenbildung wird jedoch bereits bei Temperaturen über 20°C merklich gehemmt (Hagem 1908, Zycha 1935). Der Pilz vermag Gelatine schwach zu verflüssigen, Stärke und Rohrzucker zu spalten, sowie in Dextroselösung Gärung hervorzurufen. Tyrosin wird nicht oxydiert (Wehmer 1907, Giesbrecht 1915, Povah 1917). Betr. Karotin s. Chodat & Schopfer (1927). Bei der Hanfrötte (Behrens 1902) soll *M. hiemalis* bei der Zerstörung der Mittellamellen eine Rolle spielen. Nach Butler (1959) kann der Pilz eine Fruchtfäule bei Tomaten hervorrufen.

Burnside (1935) hat junge Bienen mit *M. hiemalis* infiziert, die daraufhin starben; ältere Bienen wurden nicht krank (s. auch Cury 1946). Heitor (1962) berichtet von Infektionen einiger Lepidopteren-, Colopteren- und Dipteren-Arten, bei welchen der Pilz durch Wunden eindringt.

Seit Behrens (1902), der den Pilz bei der Hanfrötte feststellte, als eine der häufigsten Arten vor allem in Erde in verschiedenen Ländern gefunden.

Deutschland (Behrens 1902, Johann 1932, Zycha 1935, Linnemann 1936, Krehl-Nieffer 1951, Wegener & Questel 1951, Rehm & Rehm 1953, Muskat 1955, Siepman 1959); Belgien (Welvaert & Veldeman 1955); Dänemark (Jensen 1931); England (Ellis 1940, Chesters 1948, Warcup 1951, Hayes 1965); Galizien (Namyslawski 1910); Frankreich (Ling-Young 1930, Moreau & Moreau 1941, Moreau 1945); Irland (Moore 1954); Jugoslawien (Pispek 1929); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Szilvinyi 1941, Niethammer 1942 a); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Raïllo 1929, Kursanow & Schkljar 1938, Kyrlyenko 1965); Schweiz (Lendner 1908, Blumer 1945); Tschechoslowakei, Ungarn (Niethammer 1933, 1942 b).

China (Ou 1940); Indien (Thakur & Norris 1928, Ajrekar & Dharmarajulu 1931, Mitra 1935, Ghatak & Roy 1939, Saha 1945, Roy 1948, Rugmini 1956, Saksena & Sarbhoy 1963, B.R. Mehrotra et al. 1965); Irak (Al-Doory et al. 1959); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958, Joffe 1963); Japan (Saito 1952); Java (Boedijn 1958).

USA. (Jensen 1912, Waksman 1917, Povah 1917, Christenberry 1940, Tresner et al. 1954, Butler 1959, Kramer et al. 1960, Borut & Johnson 1962, Rall 1965, Gochenaur & Backus 1967); Kanada (Zycha 1935).

Ägypten (Ragab 1956); Marokko, Madeira, Teneriffa (Zycha 1935); Tunesien (Muskat 1955). Australien (McLennan & Ducker 1954); Neuseeland (Thornton 1958); Grönland (Nielsen 1927).

Zu *M. hiemalis* gehört wohl auch die von B.S. Mehrotra (1967) beschriebene Art *M. ramificus* B.S. Mehrotra & Nand. Die Art diagnose paßt in allen Teilen sehr gut in die Beschreibung von *M. hiemalis*.

34. *Mucor adventitius* Oudemans 1902

Oudemans & Koning, Extr. Arch. Néerl. Sc. Nat. II, 7, 278 (keine Abb.).

M. adventitius var. *aurantiaca* Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 64 (fide Zycha 1935)

M. vallesiacus Lendner 1918, Bull. Soc. Bot. Genève 10, 376 (fide Zycha 1935)

M. humicolus Raillo 1929, Zentralbl. f. Bakt. II, 78, 523 (fide Zycha 1935)

Die Berechtigung zur Aufstellung der Art *hiemalis* liegt nur in der ungenügenden Diagnose von *M. adventitius* begründet. Wenn letzterer auch ein wenig regelmäßigere Sporen zu besitzen scheint, so ist er doch auf Grund morphologischer Merkmale von *M. hiemalis* nicht zu trennen.

Oudemans Diagnose von *M. adventitius* enthält nur Kennzeichen wie sie oben für *M. hiemalis* angegeben wurden. Nur die Zygoten, die ja bei *M. hiemalis* stets beobachtet werden, fehlen in der Beschreibung. Die verschiedentlich beobachteten zygotenlosen "hiemalis"-Stämme sollen hier als *M. adventitius* bezeichnet werden. Ob die Fähigkeit zur Zygotenbildung diesen Stämmen nur vorübergehend verloren ging, oder ob diese Pilze wirklich eine eigene Art darstellen, ist noch nicht geklärt.

Holland, Luftkeim (Oudemans 1902); Deutschland, Erde, Hutpilze (Zycha 1935); Schweiz, Waldboden (Lendner 1908); China (Ma 1933); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958); Japan (Takahashi 1919); USA., in North Carolina, aus Schlick (Borut & Johnson 1962).

35. *Mucor luteus* Linnemann 1936

Flora 130, 195 (Fig. 11; Abb. auch bei B.R. Mehrotra et al. 1965) Abb. 9.

R a s e n 1,5 cm hoch, orangegelb. Träger 6 - 14,5 μ dick, spärlich zymös verzweigt, Substratmycel und Träger stellenweise mit gelblichem Inhalt. S p o r a n g i e n 40 - 70 μ , erst durchsichtig weißlich, dann durchsichtig gelb. Membran zerfließend, glatt. C o l u m l l a etwa kugelig, 16 - 48 μ , öfter etwas breiter als hoch, farblos oder mit gelblichem Inhalt, mit Kragen. S p o r e n schmal ellipsoidisch bis spindelförmig, 1,5 - 6 x 3 - 16 μ , doppelt so lang als breit. Keine Gemmen. Z y g o t e n an zymös verzweigten Trägern, an deren Ende später auch Sporangien entstehen können. Suspensoren seitlich, bei kräftigen Trägern gewöhnlich am Ende, häufig mit orangefarbenem Inhalt. Zygoten kugelig, 40 - 80 μ , Exospor mit zahlreichen kleinen Dornen mit unregelmäßig sternförmiger Basis. Heterothallisch, nach 5 Tagen eine etwa 0,5 cm breite Zygotentinie bildend.

Mit *M. hiemalis* (+) und (-) nach Linnemann (1936) zahlreiche Hybridenansätze. Deutschland, auf *Agaricaceen*-Fruchtkörpern und in Erde (Linnemann 1936); Indien, Erde (Saksena 1955, Roy & Dwivedi 1962, Saksena & Sarbhoy 1963, B.R. Mehrotra et al. 1965); Irak, Erde (Al-Doory et al. 1959).

Bajjal & B.S. Mehrotra (1965) isolierten von einer verfaulten Frucht von *Ficus glomerata* einen Pilz, den sie als *M. luteus* var. *indica* beschreiben. Rasen hellgelb, die Sporangien 40 - 190 μ (meist 90 - 100 μ). Columella bis 73 μ hoch, Sporen hyalin, länglich ellipsoidisch, 4,5 - 7,5 x 6 - 15 μ . Sonst entspricht die Beschreibung des Pilzes dem Typus.

36. *Mucor corticolus* Hagem 1910

Ann. Mycol. 8, 277 (Abb. 8).

Ras en grau, wattig, bis 2 cm hoch. Sporangienträger sympodial verzweigt, aufrecht. Sporangien bräunlich oder grau, 50 - 100 μ , mit leicht zerfließender Wand. Columella kugelig oder eiförmig, bis etwa 60 μ hoch. Sporen oval, im Mittel 3,5 - 5 x 5 - 7 μ . Gemmen und Zygoten nicht beobachtet.

Nach Angaben des Autors unterscheidet sich die Art von *M. silvaticus* durch etwas andere Verzweigung, durch die ovale Columella und durch die ein wenig größeren Sporen. Da diese Merkmale zu geringfügig sind, dürfte nach Zycha (1935) das wesentliche Kennzeichen in der breiteren ovalen Form der Sporen liegen.

Meist in Erde. Norwegen (Hagem 1910); Frankreich (Ling-Young 1930); Indien (B.S. Mehrotra 1967); Israel (Rayss & Borut 1958); USA., in Michigan (Povah 1917).

37. *Mucor silvaticus* Hagem 1908

Norweg. Mucor. 1, 31 (Abb. 11, 12; Abb. auch bei Linnemann 1936).

M. rhizophilus Garjeane 191, Flora 2, 167 (fide Zycha 1935)

Ras en weiß bis hellgrau, zart, jedoch dicht, 1 - 1,5 cm hoch. Sporangienträger schwach verzweigt, aufrecht. Sporangien anfangs weiß, später dunkelgrau bis grünlichgelb, 40 - 80 μ , mit leicht zerfließender Wand. Columella kugelig oder birnförmig, bis etwa 50 μ hoch. Sporen mehr oder weniger regelmäßig, oval bis zylindrisch, 2,5 - 3,5 x 4 - 5 μ (bis 4,5 x 7 μ). Mycelgemmen auf und in dem Substrat. Regelmäßig sind im Agar und oft auch an der Wand des Kulturgefäßes kugelförmige "Riesenzellen" (50 - 150 μ) zu beobachten. Zygoten dieser heterothallichen Art wurden von Hagem (1908), Linnemann (1936) und Campbell (1938) beobachtet. Nach Linnemann werden die Zygoten nach fünf Tagen im Zimmer und im Dunkelraum bei 15 - 20°C in einer etwa 0,5 cm breiten Zygotenlinie gebildet. Zygoten mit einfachen und doppelten Azygoten untermischt. Campbell und Linnemann erhielten auch Zygoten beim Kreuzen mit *M. hiemalis*-Stämmen, Linnemann konnte die Bastardzygoten jedoch nicht zum Keimen bringen.

Sporenform und Riesenzellen sind die Merkmale, an denen *M. silvaticus* stets leicht zu erkennen ist.

Meist in Erde. Norwegen (Hagem 1908); Deutschland (Zycha 1935, Linnemann 1936, Krehl-Nieffer 1951, Jung 1960); England (Campbell 1938, Ellis 1940, Chesters 1948); Frankreich (Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pišpek 1929); Österreich (Niethammer 1942 a); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Schweiz (Lendner 1908); Tschechoslowakei (Niethammer 1933, 1942 b); Irak (Al-Doory et al. 1959); USA (Waksman 1917, Raymond et al. 1959); Kanada (Bisby et al. 1933); Teneriffa (Zycha 1935); Grönland (Nielsen 1927).

38. *Mucor griseo-lilacinus* Povah 1917

Bull. Torrey Bot. Cl. 44, 301 (Abb. 6 - 10).

M. jauchae Lendner 1918, Bull. Soc. Bot. Gêneve 10, 374

R a s e n auf Brot dicht, mausgrau, 1 - 1,5 cm hoch. Sporangienträger 8 - 20 μ dick, erst einfach, später mehrmals verzweigt. S p o r a n g i e n 60 - 80 μ , (40 - 100 μ), anfangs gelblich, dann dunkelgrau bis grünlich, mit zerfließender Wand und Basalkragen. C o l u m e l l a etwa kugelig, 27 - 43 μ (12 - 67 μ), bläulich. S p o r e n regelmäßig oval, 3 - 4 x 4 - 6 μ (seltener 5 x 10 oder 6 x 8 μ), gehäuft hellgrau. Gemmen vorhanden. Z y g o t e n nicht gefunden. Die Hyphen sollen, besonders in der Nähe des Substrats, oft gelben Inhalt und violette Membran haben. Die regelmäßigen ovalen Sporen sind das wesentliche Kennzeichen der Art.

Da die *Mucorineen* auf Brot oft dunklere Färbungen als auf Malzagar annehmen, hält Zycha (1935) die dunkle Färbung der Hyphen nicht für das wesentliche Kennzeichen, so daß diese Art *M. griseo-cyanus* sehr nahe kommt.

Der Pilz vergärt Dextrose und vermag Tyrosin nicht zu oxydieren.

Meist in Erde. USA., in Michigan, faulende Pflanzen, Pferdemist (Povah 1917), in Illinois (Swift 1929); Deutschland (Muskat 1955); Indien (B.S. Mehrotra 1967); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958); Marokko (Zycha 1935).

39. *Mucor abundans* Povah 1917

Bull. Torrey Bot. Cl. 44, 292

R a s e n auf Brot rauchgrau, dicht, 1,5 - 3,5 cm hoch. Sporangienträger 8 - 23 μ dick, anfangs einfach, später mehrmals verzweigt. S p o r a n g i e n 56 - 78 μ (39 - 98 μ), erst gelblich, später dunkelgrau bis grünlich, mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a mit Kragen, oval bis birnförmig, hyalin oder grau, etwa 40 μ hoch. S p o r e n kugelig bis kurz ellipsoidisch, 4 - 5,5 μ . Gemmen im Substrat. Z y g o t e n unbekannt.

Nach Zycha (1935) besitzt *M. abundans* viele Merkmale der *Sectio Racemosus*, der er vielleicht auch ganz zugehört.

Der Pilz vergärt Dextrose und vermag Tyrosin nicht zu oxydieren.

Meist in Erde. USA., in Michigan (Povah 1917), in Illinois (Swift 1929), in North Carolina (Borut & Johnson 1962); Kanada (Bisby et al. 1933); Irak (Al-Doory et al. 1959).

F. Sectio Flavus

Rasen hell, oft gelblich und höher als 2 cm. Sporangienträger stets mit einzelnen mehr oder weniger sympodialen Seitenzweigen, die mit den typischen Kurztrieben der Sectio Mucedo nicht verwechselt werden dürfen. Die Größe der Sporangien (100 - 400 μ) ist der wesentlichste Unterschied gegenüber der Sectio Hiemalis.

Von den hier eingeordneten Arten sind mehrere einander sehr ähnlich. Erst eine weitere eingehende Bearbeitung der ganzen Gruppe wird klären, ob alle Arten berechtigt sind.

1. Sporen 5 - 12 μ lang (2)
Sporen 12 - 35 μ lang: (4)
2. Wachstumsoptimum bei 10°C, dann Sporen zylindrisch; bei 20°C Rasen niedrig, Sporen meist kugelig 40. *M. strictus* (S. 35)
Wachstumsoptimum bei höherer Temperatur (3)
3. Sporen oval bis kugelig (1:1,0 - 1,3) 41. *M. falcatus* (S. 36)
Sporen ellipsoidisch (1:1,4 - 1,7) 42. *M. piriformis* (S. 36)
Sporen länglich (1:2) 43. *M. flavus* (S. 38)
4. Träger erst an der Spitze gebogen, später aufrecht, dann kollabierend
..... 44. *M. recurvus* (S. 38)
Träger stets aufrecht (5)
5. Rasen weiß, Sporen mit granuliertem Inhalt 45. *M. oblongisporus* (S. 39)
Rasen gelb bis rostfarben (6)
6. Rasen wollig, Sporangienträger bald umsinkend, Sporen plankonvex
..... 46. *M. rufescens* (S. 39)
Rasen gelb, Sporen nicht plankonvex (7)
7. Rasen aromatisch riechend 47. *M. aromaticus* (S. 40)
Kein Geruch 48. *M. inaequisporus* (S. 40)

40. *Mucor strictus* Hagem 1908

Norweg, *Mucor.* 1, 18 (Abb. 1; Abb. auch bei Schipper 1967). Abb. 10.

M. kanivcevi Pavlenko & Milko 1965, *Novitates system. plant. non vascular.* S. 101 (fide Schipper 1967)

Bei 10°C auf Brot Rasen silbergrau, durch die dunklen Sporangien rauchgrau. Sporangienträger bis 4 cm hoch und 40 μ dick, vereinzelt mono- und sympodial verzweigt. Bei Zimmertemperatur bleibt der Rasen niedriger und wird nach Schipper (1967) bei 20°C nur 0,5 bis 1 cm hoch. Sporangien jung wachsartig, weiß, reif braun bis braunschwarz, bis 300 μ , feinstachelig; Sporangienwand zerfließend, Columella meist oval, mit etwas verschmälerter Basis, 70 - 160 μ hoch und 80 - 140 μ breit, stets mit Kragen. Kleinere Columellen kugelig, in jungen Sporangien mit

feinkörnigem Inhalt, in reifen meist inhaltslos und mit glatter Membran. Sporen meist zylindrisch, $2,5 - 3,5 \times 5 - 7 \mu$, etwa zweimal so lang als breit, glattwandig; einzelne Sporen sind kugelig oder oval ($3,5 - 7,5 \mu$). Schipper (1967) fand, daß der gleiche Pilz bei niedriger Temperatur zylindrische bei höherer Temperatur kugelige Sporen bildet (Abb.) und ferner, daß alle Sporen auf Würzeagar größer sind ($4 \times 8,5 \mu$) als auf Brotsubstrat.

Da Zycha keinen Pilz fand, der mit der Diagnose von Hagem völlig übereinstimmte, betrachtete er den von Burkert (1923) (s. Linnemann 1936) als *M. strictus* beschriebenen Pilz als typisch. Nachdem aber Schipper (1967) Pilze isolieren konnte, die mit der Originaldiagnose übereinstimmen, kehren wir hier zu der Diagnose von Hagem zurück. Norwegen, saurer Fichtenboden (Hagem 1908); Österreich, Erde (Schipper 1967).

41. *Mucor falcatus* Schipper 1967

Antonie van Leeuwenhoek 33, 195 (Fig. 3; Abb. auch bei Burkert 1923).

M. strictus Hagem sensu Zycha 1935, Krypt. Fl. Mark Brand. VI a, 80 (fide Schipper 1967).

Rasen anfangs weiß, später gelblich, Sporangienträger bis 4 cm hoch, $20 - 35 \mu$ dick, vereinzelt sympodial verzweigt. Sporangien jung hell, später braun oder gelblich, $80 - 200 \mu$, mit feinstacheliger, zerfließender Wand, die stets einen Kragen hinterläßt. Columella oval oder zylindrisch, bis 100μ hoch, gelegentlich mit etwas hellgelblicher Membran. Sporen regelmäßig oval bis kugelig, $6 - 11 \times 7 - 13 \mu$ (meist $6 \times 8, 7 \times 8, 8 \times 13, 9 \times 11, 10 \times 11, 11 \times 13 \mu$), in Masse gelblichbraun oder rauchgrau. Gemmen nicht bekannt, doch werden gelegentlich in älteren Kulturen längere Zellstücke abgegrenzt und besonders erhalten.

Der von Zycha (1935) als "*M. strictus*" beschriebene Pilz stand Schipper im CBS zur Verfügung. Wegen der Abweichung von Hagem's Beschreibung hält sie ihn für eine eigene Art. Nach über 30jähriger Kultur im CBS haben sich aber auch die von Zycha am gleichen Stamm gemessenen Größenwerte verändert. Nach Burkert (1923) ist der Pilz heterothallich und bildet bis 150μ große Zygoten. Schipper erhielt jedoch keine Zygoten.

42. *Mucor piriformis* Fischer 1892

Rabenhorst, Krypt. Fl. 1, 191 (Abb. 30; Abb. auch bei Johann 1932).

M. humilis Naumov 1915, Petersb. Pilze

Rasen dicht, wollig, 2 - 3 (seltener bis 8) cm hoch, anfangs weiß, später gelblich. Sporangienträger $35 - 50 \mu$ dick, mit nur wenigen Seitenästen. Sporangien anfangs weiß, dann gelblichgrau bis braunschwarz, meist $100 - 300 \mu$, mit schnell zerfließender, feinstacheliger Wand. Columella farblos, glatt, oval bis birnförmig, gelegentlich kugelig. Sporen ungefärbt,

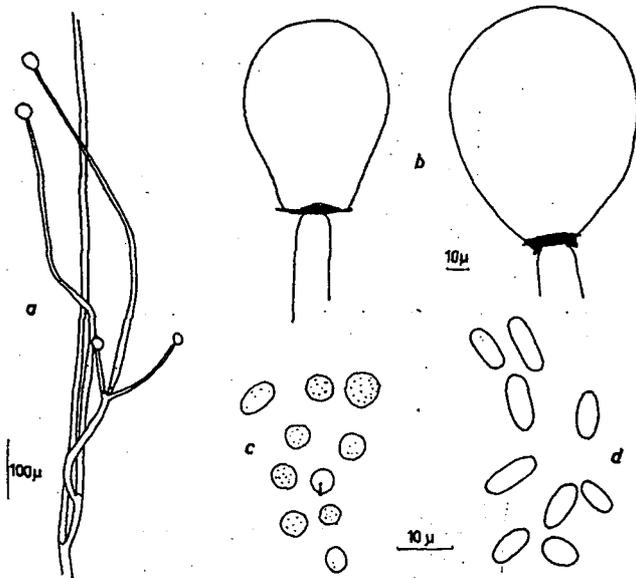


Abb. 10. *Mucor strictus*; a Verzweigung, b Columella, c Sporen bei 20° C gebildet, d Sporen bei 5° C gebildet (n. Schipper 1967)

regelmäßig ellipsoidisch, 4×5 bis $8 \times 13 \mu$, meist $4,1 \times 6,5$, $4,2 \times 7,0$, $4,7 \times 7,2 \mu$, so daß sich Breite und Länge wie 1:1,4 - 1,7 verhalten. Gemmen nur von Wehmer (1907) beobachtet. Zygote unbekannt. Nach Wehmer (1907) und Giesebrecht (1915) soll der Pilz einen charakteristischen esterartigen Geruch besitzen.

Zycha's Stämme glichen sehr *M. silvaticus*, von dem sie sich durch ihre Größenmerkmale deutlich unterscheiden.

Schneider-Orelli (1912) konnte bei 0°C noch ein gewisses Wachstum des Pilzes beobachten. Nach Giesebrecht (1915) liegt das Temperaturminimum bei etwa 10°C, das Optimum bei 18 - 22°C, und das Maximum unterhalb 37°C. Der Pilz ruft in Zuckerlösung schwache Gärung hervor und vermag sowohl Rohrzucker als auch Stärke zu spalten (Giesebrecht 1915, Perlman 1950). Über die Bildung von Zitronensäure s. Wehmer (1897) und von Loescke (1945).

Deutschland, auf faulenden Äpfeln (Fischer 1892), Humus von Buchenwäldern (Johann 1932); England, Erreger einer Erdbeerfäule (Lowings 1956); Irland, Erreger einer Lagerfäule an Äpfeln (Colhoun 1938) Schweiz. Erreger einer Lagerobstfäule (Schneider-Orelli 1912); USA., in Pennsylvania, Hirschlöschung (Sumstine 1910), in Alabama, Erde (Christenberry 1940), in Washington, Erreger einer Lagerfäule an Birnen (English 1940); Mexiko, Erde (Christenberry 1940).

43. *Mucor flavus* Bainier 1903

Bull. Soc. Mycol. France 19, 157 (Abb. bei Hagem 1908, Naumov 1915, Linnemann 1936).

M. petropolitanus Naumov 1915, Petersb. Pilze (fide Zycha 1935)

R a s e n anfangs weiß, später gelblich, bis 5 cm hoch. Sporangienträger schwach verzweigt, 20 - 30 μ dick. S p o r a n g i e n erst weiß, dann blaugrau oder gelblich, nach Lendner (1908) 140 - 160 μ . C o l u m e l l a eiförmig oder kugelig, S p o r e n in der Mehrzahl doppelt so lang als breit (einzelne auch kugelig), 4 - 5 x 9 - 12 μ , oft in schleimige Substanz gebettet. Sproßgemmen vom Autor beobachtet. Z y g o t e n von Bainier (1903) beschrieben. Linnemann (1936) konnte alle Isolierungen zwischen 10° und 20°C im Dunkeln zur Ausbildung von Zygoten bringen. Die Zygoten bilden sich nach etwa 6 Tagen leiterförmig zwischen Sporangienträgern, vor allem unterhalb des Petrischalendeckels. Nach Linnemann sind die Zygoten kugelig, mit warzigem Exospor, 80 - 140 x 100 - 160 μ . Linnemann (1936) konnte die Zygoten nicht zur Keimung bringen. Heterothallisch. *M. flavus* und *M. hiemalis* ließen sich nicht kreuzen.

Nach Pistor (1929) liegt das Wachstumsoptimum bei pH 7,5. Dem Pilz soll beim Abbau der Fichtennadeln eine gewisse Bedeutung zukommen. Über Karotin s. Wisselingsh (1915).

Meist in Erde. Faulende Agaricineen-Fruchtkörper (Bainier 1903); Deutschland (Pistor 1929, Johann 1932, Linnemann 1936, Wegener & Questel 1951); Frankreich (Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pišpek 1929, Pistor 1929, Niethammer 1933); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Janke & Holzer 1929, Niethammer 1935); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Raillo 1929); Schweiz (Lendner 1908, Niethammer 1935); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); USA. (Waksman 1917, Christenberry 1940, Bonner & Fergus 1959).

44. *Mucor recurvus* Butler 1952

Mycologia 44, 561 (Abb. 1; Abb. auch bei Baijal & B.S. Mehrotra 1965).

R a s e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar grauweiß bis hellorange bis bräunlich, 4 - 5 cm hoch. Sporangienträger 8 - 40 μ dick, erst an der Spitze gebogen, später aufrecht, dann kollabierend, unverzweigt oder sympodial verzweigt; in alten Kulturen zahlreiche kurze Zweige mit kleinen, oft sterilen Sporangien. Nach Baijal & Mehrotra (1965) sind die Träger hyalin oder mit orangefarbenem Inhalt. S p o r a n g i e n kugelig, fein stachelig, orange bis gelblich, 40 - 200 μ , Wand zerfließend. C o l u m e l l a oval, angedeutet birnförmig oder kugelig, mit abgeflachter Basis, 22 - 90 x 50 - 125 μ , z.T. mit goldbraunem Inhalt, mit Kragen. S p o r e n oval bis nierenförmig, 8 - 14 x 17 - 30 μ , goldgelb (etwa 1 % der Sporen mehr oder weniger kugelig, 12 - 15 μ). Z y g o t e n und Gemmen nicht gefunden. (Vgl. auch *M. rufescens*)

USA., In Minnesota, kranke Erdbeerwurzeln (Butler 1952); Indien, Erde (Baijal & B.S. Mehrotra 1965).

Baijal & B.S. Mehrotra (1965) beschrieben außerdem eine aus Erde in Indien isolierte *var. indica*: Träger unverzweigt oder mit einem oder zwei gekrümmten Seitenzweigen. Sporen 9 - 12 x 12 - 18 μ im Alter werden kurze, meist verzweigte, gekrümmte Sporangienträger ausgebildet, welche an der Spitze und an den Seitenzweigen Sporangiolen ausbilden. Sporangiolen 2- bis wenigsporig, kugelig, 16 - 24,4 μ , nicht aufplatzend, abfallend, Wand inkrustiert und dauerhaft. Sie entsprechen vielleicht den bei Butler beschriebenen, in alten Kulturen auftretenden kleinen, oft sterilen Sporangien. Der einzige Unterschied würde dann in der Größe der Sporen liegen.

45. *Mucor oblongisporus* Naumov 1915

Petersb. Pilze (Abb. 7)

(?) *M. murorum* Naumov 1915, Petersb. Pilze (fide Zycha 1935)

Rasen weiß, 2 - 2,5 cm hoch. Sporangienträger mehr oder weniger sympodial verzweigt, 20 - 35 μ dick. Sporangien 90 - 150 μ , graublau, mit zerfließender Wand. Columella hyalin, kugelig bis birnförmig, 70 - 90 μ hoch. Sporen oval bis zylindrisch, regelmäßig, doch von verschiedener Größe, eingebettet in eine schleimige Zwischensubstanz, 5,5 - 8 x 10 - 20 μ , mit zahlreichen kleinen Öltröpfen. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Unterscheidet sich von *M. flavus* nur durch die etwas größeren Sporen.

Rußland, auf faulenden organischen Substanzen (Naumov 1915), Erde (Raillo 1929); USA., in North Carolina (Christenberry 1940).

M. murorum Naumov 1915 unterscheidet sich nur durch die etwas größere Rasenhöhe (5 cm), dickere Sporangienträger, braune Färbung der Sporangien und aromatischen Geruch. Außerdem beschreibt Naumov (1939) mehrere Varietäten dieser Art.

46. *Mucor rufescens* Fischer 1892

Rabenhorst. Krypt. Fl. 1, 192 (Abb. bei Sjowall 1939).

Sporangienträger schlaff, bald umsinkend, einen wollig-flockigen, schwach rostfarbenen Rasen bildend. Sporangien 120 - 150 μ , schwach gelblichweiß, mit inkrustierter, langsam zerfließender Wand. Columella kugelig bis oval, bis 65 μ hoch, mit intensiv gelbgefärbtem Inhalt. Sporen plankonvex, mindestens doppelt so lang als breit, sehr ungleich groß (4 - 10 x 8 - 21 μ).

Sjowall (1939) beschreibt eine Isolierung unter dem Namen *M. rufescens*, die im Substratmycel Riesenzellen bildet, ferner ist hier die Anlage des Sporangiums am Träger zuerst nach unten gekehrt, was dem Träger ein spazierstockähnliches Aussehen gibt, dann streckt sich der Träger, wird gerade und sinkt bei der Sporangienreife um. Entweder hatte Sjowall den später von Butler als *M. recurvus* beschriebenen Pilz vor sich, oder aber die Krümmung der jungen Träger kommt auch bei *M. rufescens* vor, was die Berechtigung von *M. recurvus* in Frage stellen würde. Sjowall beschreibt die

Sporen als in der Seitenansicht plankonvex, in Flächenansicht langgestreckt oval. Die charakteristische Gestalt der Sporen hat auch Ou (1940) veranlaßt, einen von Pferde- und Kuhmist isolierten Pilz als *M. rufescens* zu bezeichnen. Hier sind die Träger 15 - 50 μ dick, selten verzweigt, Sporangien 90 - 220 μ , Columella bis 70 μ hoch, Rasen wollig weiß bis gelblich.

Auf Elefantenmist (Fischer 1892); England, Erde (Dale 1914); Rußland (Schostakowitsch 1897); Tschechoslowakei, Erde (Niethammer 1933); China, Pferdemit, Kuhmist (Ou 1940); USA., in New York, Erde (Sumstine 1910).

M. odoratus Treschow 1940 ist der Beschreibung der Sporen nach *M. rufescens*; Farbe des Rasens gelblich, nach 3 - 4tägiger Kultur auf Malzagar mit aromatischem Geruch. Als Luftinfektion in Kopenhagen aufgetreten. (Vgl. auch *M. varians*)

47. *Mucor aromaticus* Povah 1917

Bull. Torrey Bot. Cl. 44, 296 (Abb. 7 - 11).

Ras en auf Brot gelb bis ockerfarben, locker, 2 - 3 cm hoch. Sporangienträger 20 - 50 μ dick, unverzweigt oder mit wenigen Seitenzweigen. Sporangien 100 - 160 μ , durchscheinend, mit fein inkrustierter, zerfließender Wand, ohne Basalkragen. Columella frei, oval bis birnförmig, 50 - 120 μ hoch. Sporen regelmäßig länglich, doch auch oval bis kugelförmig, 10 x 18 - 20 μ (7 - 14 x 15 - 35 μ). Gemmen und Zygoten unbekannt.

Durch die Färbung und den aromatischen Geruch bei Kultur auf Brot charakterisiert.

Der Pilz vergärt Dextrose und vermag Tyrosin nicht zu oxydieren.

USA., In Michigan, Exkremente (Povah 1917).

48. *Mucor inaequisporus* Dade 1937

Trans. Brit. Myc. Soc. 21, 24 (Abb. 3).

Auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar Rasen bis 4 cm hoch, gelb oder orange, nach Boedijn (1958) bei einigen Stämmen mit grünlichem Schimmer. Träger an der Basis 40 - 70 μ , weiter oben 35 - 49 μ dick, mit orangefarbenem Inhalt, erst unverzweigt, später spärlich verzweigt. Sporangien jung goldbraun, reif dunkelbraun im reflektierten Licht, 29 - 290 μ . Sporangienwand fein stachelig, zerfließend. Columella birnförmig bis subglobos, manchmal mit deutlicher Einschnürung an der Basis, mit orangefarbenem Inhalt, mit Kragen, 14 - 119 x 17 - 153 μ . Sporen hyalin bis schwach gelblich, in Masse gelblich bis orange, die kleinsten ellipsoidisch oder oval, die größten fast kugelig, die mittelgroßen ellipsoidisch bis breit ellipsoidisch; die großen Sporen 14 - 17 μ , die kleineren 2,5 - 14 x 4 - 24 μ . Chlamydosporen nicht gefunden. Boedijn (1958) beschreibt Zygoten kugelig, braunschwarz, 37 - 61 μ , von unregelmäßigen, 3 - 7 μ großen Warzen bedeckt.

Tropen, auf Baumfrüchten (Dade 1937, Boedijn 1958).

Es ist zu vermuten, daß *M. inaequisporus* identisch ist mit *M. aromaticus* Povah und *M. petropolitanus* var. *macrosporus* Naumov 1935.

G. Sectio Mucedo

Die Arten dieser Sektion zeigen einen besonders großen formativen Einfluß von Licht, Feuchtigkeit und Nährboden. Der unter günstigen Bedingungen 3 - 15 cm hohe Rasen erreicht bei Kultur im Dunkeln nur 1 cm Höhe bei völlig veränderter Färbung.

Außerdem zeigen die Sporangienträger einen ausgesprochenen Dimorphismus. Das erste "Stockwerk" des Rasens wird nicht höher als etwa 0,2 cm und besteht aus stark sympodial verzweigten "Kurztrieben". Einzelne Träger wachsen dann zu den hohen "Langtrieben" aus. Die Häufigkeit der Kurztriebe ist sehr verschieden. Sie hängt in besonderem Maße von den Außenbedingungen ab, scheint aber auch für Art und Rasse eigentümlich zu sein. Die Sporangien der Kurztriebe ("Zwergsporangien" nach Burgeff 1924) sind in ihrer Größe sehr verschieden und zeichnen sich stets durch graue bis schwarze Färbung und durch eine zerbrechende Wand aus, während die großen Sporangien der hohen Träger meist leicht zerfließen. Erreichen die Kulturen ein Alter von einem Monat und mehr, so lassen sich sekundäre Kurztriebe beobachten, die an beliebigen Stellen der nun zusammengesunkenen Langtriebe entstehen und nur kleine, oft sporangienartige Sporangien tragen.

Diese Vielgestaltigkeit ein und desselben Pilzes ist oft Anlaß für Verwechslungen. Die zahllosen Synonyme, die bereits Fischer für *M. mucedo* aufführt und die von Zycha (1935) eingezeichneten Arten zeigen dies deutlich.

Die hohen Langtriebe mit ihren großen, zerfließenden Sporangien, die großen, birnförmigen, stets etwas aufsitzenden Columellen und das Fehlen von Gemmen sind die Merkmale der Sektion.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Langtriebsporangien bis 400 μ | (2) |
| Langtriebsporangien über 400 μ | (7) |
| 2. Sporen 5 - 15 μ | (3) |
| Sporen bis 30 μ | 49. <i>M. mucilagineus</i> (S. 42) |
| 3. Sporen regelmäßig zylindrisch bis ellipsoidisch | (6) |
| Sporen unregelmäßig oval bis kugelig, z. T. vermischt mit kurz zylindrischen Sporen | (4) |
| 4. Rasen weiß | 50. <i>M. albo-ater</i> (S. 42) |
| Rasen hellgrau oder graubraun | (5) |

5. Rasen graubraun; kugelige oder zylindrische Sporen . 51. *M. griseo-ochraceus* (S. 43)
 Rasen hellgrau, Sporen oval (Länge:Breite 1,4 - 1,7) 52. *M. albidus* (S. 43)
 53. *M. attenuatus* (S. 44)
6. Sporangien gelb bis graublau, Sporen 8 - 12 μ 54. *M. mucedo* (S. 44)
 Sporangien grau bis schwarz, Sporen 6 - 8 μ 55. *M. saturninus* (S. 46)
7. Sporen 9 μ 56. *M. wosnessenskii* (S. 47)
 Sporen 20 - 40 μ 57. *M. plasmaticus* (S. 47)

49. *Mucor mucilagineus* Brefeld 1881

Unters. Ges. Mykol. 4, 58 (Abb. 9 - 12).

(?) *M. plasmaticus* van Tieghem 1875 (fide Naumov 1939).

Unterscheidet sich von *M. mucedo* durch bräunlichschwarze, nie gelbe Sporangien mit langsamer zerfließender Wand und durch die größere Sporen. Sporen zylindrisch-oval. nach Brefeld 15 x 30 - 33 μ , nach Ou (1940) 12 - 16 x 28 - 35 μ .

Auf Mist (Brefeld 1881); Frankreich (Ling-Young 1930); China, auf menschlichem Kot und Hundekot (Ou 1940).

B.S. Mehrotra (1967) beschreibt *M. peacockensis* Mehrotra & Nand, der sich von *M. mucilagineus* durch hellere (erst gelbliche, später graue) Sporangien unterscheiden soll. Sporenmaße nach Mehrotra: 6 - 10,5 x 10,5 - 30 μ . Aus Pfauenkot in Indien.

50. *Mucor albo-ater* Naumov 1915

Petersb. Pilze (Abb. 3) Abb. 11

M. coprophilus Povah 1917, Bull. Torrey Bot. Cl. 44, 297

M. albo-ater var. *sphaerosporus* Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 49.

Rasenn weiß, derb, 3 - 8 cm hoch, primäre Kurztriebe kaum vorhanden, sekundäre in alten Kulturen zahlreich. Sporangien erst fahlgelb, später schwarz und bereits dem freien Auge auffallend, 200 - 400 μ . Sporangienwand rauh, mehr oder weniger leicht zerfließend, Sporangienträger steif aufrecht, 20 - 90 μ dick, weiß, in der Jugend betaut. Columella zylindrisch bis birnförmig, bis 250 μ hoch. Sporen unregelmäßig, oval bis fast kugelig, 5 - 15 μ . Zygoten nicht bekannt.

Dieser Pilz ist sehr charakteristisch und leicht zu erkennen, so daß es auffällt, daß er erst 1915 klar beschrieben wurde.

Dextrosegärung und Tyrosin-Oxydation sehr schwach (Povah 1917):

Rußland (Naumov 1915, Kursanow & Schkljar 1938); Deutschland, Kaninchenmist, Erde (Zycha 1935), faulender Apfel, Birne, Erde (Linnemann 1936); Frankreich (Ling-Young 1930); China, Ursache einer Weichfäule an Citrusfrüchten (Ou 1941); Java (Boedijn 1958); USA. (Povah 1917).

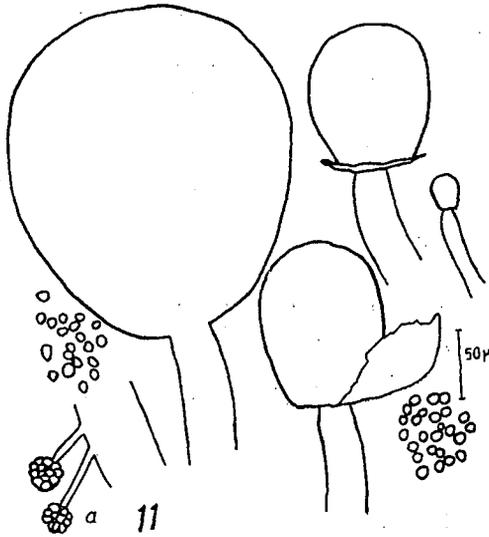


Abb. 11. *Mucor albo-ater*; Columellen und Sporen; a sekundäre Sporangien an einem großen Sporangienträger (n. Zycha 1935)

51. *Mucor griseo-ochraceus* Naumov 1915

Petersb. Pilze (Abb).

R a s e n graubraun, 1,5 - 4 cm hoch, in zwei Etagen; Sporangienträger 12 - 50 μ dick, sympodial verzweigt. S p o r a n g i e n gelblich durscheinend, 60 - 250 μ , mit feinstacheliger, mehr oder weniger leicht zerfließender Wand. C o l u m e l l a kugelig, zylindrisch, birnförmig oder ellipsoidisch, bis 230 μ hoch. S p o r e n hyalin, kugelig (6 - 13 μ) oder zylindrisch mit abgerundeten Enden, 5,5 - 10 x 6,5 - 15 μ .

Rußland, tierische Exkremente (Naumov 1915); Indien, Erde (Baijal & B.S. Mehrotra 1965, als *M. griseo-ochraceus* Naumov var. *minuta* Baijal & Mehrotra mit kurzovalen 3 - 7,5 x 3 - 9 μ großen Sporen beschrieben).

M. foenicola Naumov 1935 (Sporangien nur 82 - 115 μ , Sporen kugelig bis elliptisch, 4 - 5,5 (- 6,9) x 5 - 8 μ) läßt sich von *M. griseo-ochraceus* kaum unterscheiden.

52. *Mucor albidus* Naumov 1935

Clés. Mucor. 1939, S. 52.

R a s e n mit deutlicher Differenzierung in 2 Etagen. Sporangienträger vorwiegend sympodial verzweigt, die hohen Träger 1,5 - 2 cm, die niedrigen

0,2 cm hoch. Sporangien nicht hygroskopisch, trocken, grauweiß, 27 - 200 μ . Columella ellipsoidisch bis birnförmig, 40 - 110 x 55 - 180 μ . Sporen ellipsoidisch, 5,5 - 15 μ .

53. *Mucor attenuatus* Linnemann 1936

Flora 130, 192 (Abb. 9) Abb. 12.

Rasen 1 - 1,5 cm hoch, hellgrau, mit süßlichem, obstartigem Geruch; kräftige, hohe Träger mit großen Sporangien, zymös verzweigt, mit langen, mit dem Grad der Verzweigung immer feiner werdenden Seitenästen. Außerdem kleine, reich verzweigte Träger seitlich aus einem großen Träger oder unmittelbar aus dem Substratmyzel kommend. Träger 0,1 bis 10 mm lang, bis 40 μ dick, die letzten Äste der Verzweigungssysteme etwa 8 μ dick. Sporangien erst weiß, durchsichtig, mit violetter Schimmer, später graugelb, 20 - 240 μ , die ersten Sporangien der hohen Träger zwischen 100 - 200 μ , die kleinen späteren 20 - 40 μ . Columella (bei den sehr kleinen Sporangien meist fehlend) oval, in den kleinen Sporangien oft birnförmig oder halbkugelig, 17 - 120 μ breit und 25 - 140 μ hoch, die großen Columellen der ersten Sporangien 79 - 120 x 92 - 140 μ , farblos, mit oder ohne Inhalt. Membran der Sporangien fein inkrustiert, zerfließend, einen Kragen hinterlassend. Sporen breit- bis länglich-oval, 4,5 - 8,5 x 5 - 12 μ (Verhältnis von Breite zu Länge: 1,4 - 1,7). Gemmen und Zygoten nicht beobachtet.

Deutschland, Rehmist, Erde (Linnemann 1936, Hirte 1961).

54. *Mucor mucedo* (L.) Fresenius 1850

Beitr. Mykol. S. 7 (Abb. 1 - 12; Abb. auch bei Brefeld 1872, Bainier 1882; und in zahllosen anderen Abhandlungen) Abb. 13.

M. breviceps Riess 1853, Bot. Ztg. S. 136 (fide Zycha 1935)

M. rigidus Léger 1895, Thèse Paris, S. 71 (fide Zycha 1935)

M. proliferus Schostakowitsch 1896, Ber. D. Bot. Ges. 14, 260 (fide Zycha 1935)

M. ingricus Naumov 1915, Petersb. Pilze (fide Zycha 1935)

M. griseosporus Povah 1917, Bull. Torrey Bot. Cl. 44.

Rasen dicht, anfangs silbergrau glänzend, später mehr oder weniger gelbgefärbt, am Licht 3 - 15 cm, dunkel höchstens 1 cm hoch. Sporangienträger steif aufrecht, glasig hyalin, bis 70 μ dick, jung stark betaut, in älteren Kulturen leicht gestreift oder gepunktet. Sporangien der langen Träger 80 - 200 μ , jung leuchtend gelb, später gelbgrau (feucht mehr gelblich bis grün, trocken mehr grau, in sehr alten Kulturen auch dunkelrostbraun), mit feinstacheliger, samtartig matter, schnell zerfließender Wand. Sporangien der ersten Kurztriebe kleiner, mattgrau. Sporangien der sekundären Kurztriebe

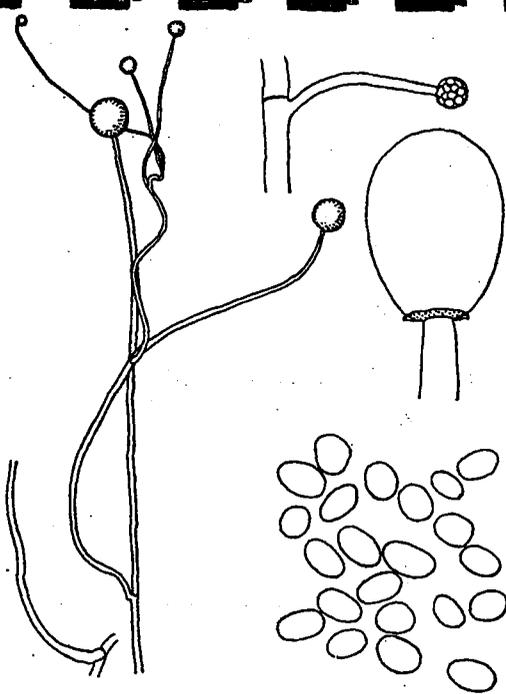


Abb. 12. *Mucor attenuatus* (n. Linnemann 1936)

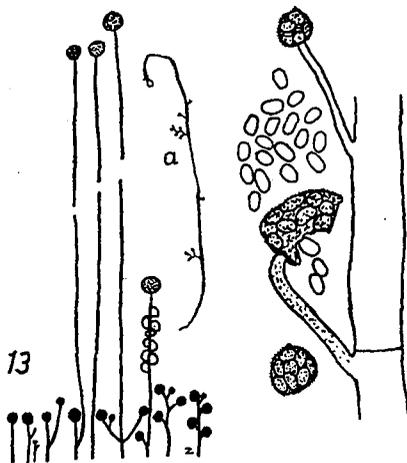


Abb. 13. *Mucor mucedo*; links: Kurz- und Langtriebe, z. T. "betaut", a älterer kollabierter Langtrieb mit sekundären Kurztrieben; rechts: Sporen und sekundäre Sporangien (n. Zycha 1935)

älterere Kulturen meist gelbbraun, in ihrer Größe bis zu wenigsporigen Sporangien herabgehend. *Columella* birnförmig bis zylindrisch, im Präparat meist oval, bis 150 μ hoch, leicht aufsitzend, gelegentlich mit leicht stahlblauer Wand und orange gelbem Inhalt. Sporen gehäuft gelblichgrau, einzeln hyalin, von auffallend regelmäßiger zylindrisch-ovaler Form. Sporengröße nach Fischer (1892) 3 - 6 x 6 - 12 μ , nach Wehmer (1907) 6 - 7 x 12 - 18 μ , doppelt so lang als breit, mittlere Sporenmaße nach Zycha (1935) 6 - 7 x 9 - 13 μ . In den kleinen Sporangien und unter ungünstigen Bedingungen scheinen die Sporen - wie schon Brefeld (1872) angibt - etwas kürzer zu sein. Heterothallisch, doch scheinen die beiden Geschlechter verschieden häufig vorzukommen. Zygoten wurden von Brefeld (1872), Bainier (1882), Blakeslee (1904), Saito & Naganishi (1915 a), Zycha (1935), Kehl (1937), Ou (1940), und von Banbury (1955) gefunden. Sie sind etwa 150 - 200 μ groß und haben ein mit kegelförmigen Warzen besetztes Exospor.

Wachstum bei etwa 20°C optimal, Maximum unterhalb 37°C, Minimum zwischen 9° und 12°C (Wehmer 1907, Giesebrecht 1915). Gelatine wird verflüssigt, Rohrzucker invertiert, Stärke jedoch nicht gespalten. Dextrosevergärung minimal. Auf Bierwürze Bildung von Gas (Giesebrecht 1915) und Oxalsäure (Henneberg 1926). Über Essigsäurebildung s. Perlmann (1949), über Lipase Stern et al. (1954). Über die Extraktion von Gamonen s. Plempel (1957, 1960, 1963 a, b)

Der Pilz soll für Bienen pathogen sein und wurde selbst in der menschlichen Lunge als Krankheitserreger (?) gefunden.

Sehr häufig auf Pferdemist, auch auf Exkrementen anderer Tiere und auf faulenden vegetabilischen sowie fetthaltigen Substanzen. Auch auf saurer Milch (Zycha 1935) sowie Butter und Käse (Wehmer 1907) auf Flachsfasern (Ruschmann & Bartram 1940) auf nativen Faserstoffen (Wegener & Questel 1951), auf (kühl) gelagertem Fleisch (Haines & Smith 1933), auf Ledermaterialien (Colin-Russ 1940, Babicka & Semerad 1943), auch im Boden (Rehm & Rehm 1953).

Außer in Deutschland in folgenden Ländern: England (Dale 1912); Finnland (Feher 1933, Svinhufvud 1937); Frankreich (Ling-Young 1930, Moreau 1944/45); Italien (Castellani 1935); Jugoslawien (Pišpek 1929); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Namyslowski 1910 b); Polen (Krzemienievska & Badura 1954); Rußland (Kursanow & Schkljar 1938); Schweden (Feher 1933); Schweiz (Lendner 1908); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); Ungarn (Feher 1933); Indien (Dalvi 1930, Ginai 1936, Saksena & Sarbhoy 1962, B.S.Mehrotra 1967, als *M. caninus*); Indonesien (Boedijn 1958); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1953, Joffe 1963); USA. (Sumstine 1910, Jensen 1912, Christenberry 1940); Afrika (Killian & Feher 1935, Heim 1946); Ägypten (Sabet 1935); Algerien (Killian 1936, Scharff & Catanei 1944); Australien (McLennan & Ducker 1954).

55. *Mucor saturninus* Hagem 1910

Ann. Mycol. 8, 265 (Abb. 1) Abb. 14.

Primäre Kurztriebe besonders stark ausgebildet, einen dunkelgrauen, nur 0,1 cm hohen Rasen bildend, aus dem sich die einzelnen Langtriebe 2 - 3 cm hoch erheben und einen lockeren Rasen bilden. Sporangien

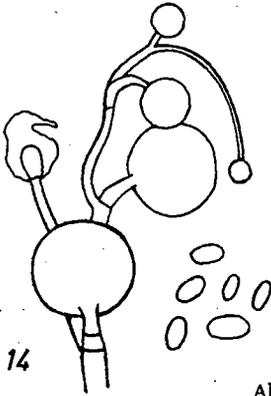


Abb. 14. *Mucor saturninus* (n. Hagem 1910 aus Zycha 1935)

anfangs gelblich, später grau oder schwarz, bis $200\ \mu$. Sporen regelmäßig, oval bis zylindrisch, $4 - 6 \times 6 - 8\ \mu$ (seltener bis $12\ \mu$).

Steht *M. mucedo* sehr nahe. Die etwas geringere Sporengröße sowie die besondere Neigung zur Kurztriebbildung stellen die einzigen Unterschiede dar.

Gutes Wachstum noch bei $5 - 7^{\circ}\text{C}$. Gelatine-Verflüssigung schwach. Dextrose wird vergoren, Tyrosin nicht oxydiert (Hagem 1908, Povah 1917).

Norwegen, Erde (Hagem 1910); Deutschland, faulende *Boletus*-Arten (Zycha 1935), Erde, Rehmist, Schafmist (Linnemann 1936); Tschechoslowakei, Erde (Niethammer 1933); China, Hundekot (Ou 1940); Indien, Kuhdung (Rugmini 1956), Erde (Roy & Dwivedi 1962, B. S. Mehrotra 1967); USA., in New Jersey, Erde (Waksman 1916), in Michigan (Povah 1917).

56. *Mucor wosnessenskii* Schostakowitsch 1898

Ber. D. Bot. Ges. 16, 91.

Diese Art unterscheidet sich von den vorhergehenden durch die etwa $500\ \mu$ großen, schwarzen Sporangien und die gleichförmigen Sporen ($5 \times 8,6\ \mu$).

Sibirien (Schostakowitsch 1898); Frankreich (Ling-Young 1930).

57. *Mucor plasmaticus* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 33 (Abb. bei Costantin 1887).

M. irkutensis Schostakowitsch 1897, Ber. D. Bot. Ges. 15, 472 (fide Zycha 1935)

Rasen steif aufrecht, grau, $7 - 8\ \text{cm}$ hoch, nur wenige Kurztriebe. Sporangien feinstachelig, gelb bis gelbgrau, $400 - 1000\ \mu$. Columella bis $400\ \mu$ hoch. Sporen länglich-oval bis nierenförmig, $13 - 20\ \mu$ breit und $25 - 40\ \mu$ lang, vermischt mit Plasma und Öltropfen. Zygoten nicht bekannt.

Frankreich, Kaninchen- und Pferdemit (Van Tieghem 1875); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland, Ziegenmist (Schostakowitsch 1897).

Anhang

Zweifelhafte, meist ungenügend charakterisierte Arten.

Mucor berolinensis Naumov 1933, Clés Mucor. 1939, S. 34. Rasen 0,1 mm hoch, grau, Träger sympodial verzweigt; keine Maße für Sporangien und Columellen; Sporen kugelig, 9 - 18 μ , manchmal oval, Chlamydosporen häufig. Die Angabe der Rasenhöhe beruht wohl auf einem Druckfehler, es soll wohl 0,1 cm heißen, da die Länge der Sporangienträger etwa 0,3 mm betragen soll.

Mucor fumosus Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 35. Rasen bis 1 cm hoch, grau; Träger 11 - 22 μ dick, 3 bis 5mal sympodial verzweigt. Sporangien 66 - 145 μ , Columella kugelig, 27 - 55 μ , Sporen 3 x 5 μ . Sehr ähnlich *M. circinelloides*.

Mucor griseo-brunneus Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 40. Rasen grau mit bläulichem Schimmer; Träger sympodial verzweigt, 7 - 27 μ dick. Sporangien 50 - 100 μ . Columella zylindrisch bis birnförmig, manchmal mit Ausstülpungen, 19 - 60 x 27 - 75 μ . Sporen von unregelmäßiger Form, 5,5 - 16 μ , graubraun.

Nach Naumov 1954:

Mucor naumovii N. Malczewskaia. Zwergform von *M. pusillus*, mit Gemmen. Rasen weiß, Sporen 2 x 1,7 μ , oval; Sporangien 13,8 - 17,3 μ graugelb; Sporangienträger etwa 60 μ hoch, nicht verzweigt; Chlamydosporen 10 - 12 μ . Thermophil (40 - 50°C).

Mucor stagnalis N. Novotelnova. Rasen (auf Reis) 1 - 1,5 cm hoch, dunkelgrau, mit leicht bläulicher Tönung. Verzweigung sympodial, mehrfach. Sporangienträger leicht rauchfarben, 7,5 - 9 μ dick. Sporangien 30 - 45 μ , nicht hygroskopisch, bei Durchleuchtung braungelb. Columella rundlich-oval, leicht rauchfarben, 18 - 21 x 21 - 22,5 μ , Sporen 4,5 - 7,5 μ , kugelig, seltener von unregelmäßiger Gestalt.

Mucor saprophilus N. Novotelnova. Rasen hellgrau, dicht, 1 - 1,5 cm hoch; Verzweigung sympodial, mit langen Achsen. Sporangienträger 10,5 - 15 μ dick. Sporangien braun, bei Dunkelheit goldig schimmernd, hygroskopisch, 36 - 75 μ ; Columella oval, 22,5 - 63 x 21 - 54 μ ; Sporen ellipsoidisch, leicht gelblich, 3 - 6 x 6 - 9 μ . Chlamydosporen zahlreich, faßförmig oder rundlich, 19,5 x 21 μ , im Mycel und in den Sporangienträgern.

Mucor saximontensis Rall 1965, Mycologia 57, 874. Rasen weiß, bis 1 cm hoch. Träger verzweigt, mit Anschwellungen (keine Gemmen). Sporangien bis 100 μ , Wand zerfließend. Columella kugelig. Sporen zylindrisch bis unregelmäßig, 1,1 - 6,6 x 1,3 - 2,2 μ .

Mucor variabilis Sarbhoy 1965, Trans. Brit. Myc. Soc. 48, 559. Soll *M. coprophilus* Povah (= *M. albo-ater*) ähneln, hat aber nicht zwei verschiedene Arten von Sporen. Schnellwüchsig. Auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar Rasen anfangs hellgelb, mit metallischem Glanz. Träger aufrecht, unverzweigt, 3 - 4 cm lang, Sporangien 73 - 160 μ , Wand ausdauernd. Keine Sporangienzone nahe dem Substrat. Columella oval, kugelig, birnförmig, bis 131 μ hoch, ohne Krage. Sporen hyalin, gelblich, länglich ellipsoidisch, 7,5 - 10 x 12 - 15 μ . Gemmen und Zygoten nicht beobachtet.

II. PARASITELLA Bainier 1903

Bull. Soc. Mycol. France 19, 153.

Von dieser Gattung ist nur eine Art bekannt, deren erste Beschreibung wir Bainier und deren eingehende Untersuchung wir Burgeff verdanken.

1. *Parasitella simplex* Bainier 1903

Bull. Soc. Mycol. France 19, 153 (Abb. 4 - 5; Abb. auch bei Bainier 1884, Lendner 1908, Burgeff 1924). Abb. 15.

Mucor parasiticus Bainier 1884

In Reinkultur gleicht der Pilz fast völlig *Mucor hiemalis*. Rasen weiß, dicht, doch aus zarten Hyphen bestehend, etwa 15 mm hoch. Sporangienträger schwach verzweigt, etwa 10 mm lang. Sporangien kugelig, anfangs hyalin, später gelblich, 30 - 50 μ , seltener bis 70 μ , mit leicht zerfließender Wand. Columella kugelig oder oval. Sporen länglich-oval bis zylindrisch, 2,8 - 4 (5,5) x 4 - 7 μ , etwa 1,7 mal so lang als breit. Gemmen nicht bekannt.

Parasitella ist heterothallisch, doch sollen nach Burgeff (1924) nur bei parasitischem Wuchs Zygoten gebildet werden. Diese sind 50 - 70 μ groß, zeigen stark kegelförmige Warzen des Exospors und an den Suspensoren je nach dem befallenen Wirt verschieden deutliche Ausstülpungen.

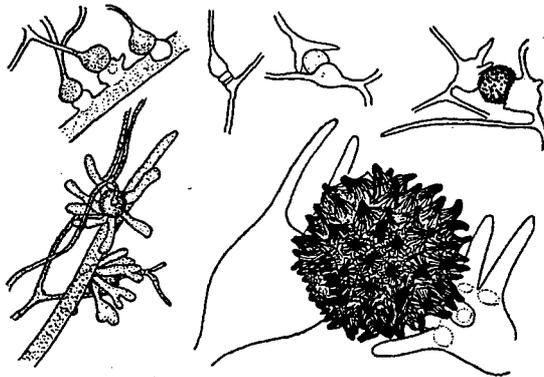


Abb. 15. *Parasitella simplex*; links: parasitierend auf *Rhizopus* spec., Schröpfkopf und Sikyosporenbildung; rechts: Zygotenbildung (n. Burgeff 1924 aus Zycha 1935)

Fakultativer Parasit, der andere Mucorineen, in deren Ermangelung aber auch arteigenes Mycel (Satina & Blakeslee 1926 b) anzugreifen vermag. Dank der Untersuchungen Burgeff's (1920, 1924, 1930) sind wir über die Art des Parasitismus unterrichtet. Außer den Sporangienträgern werden sterile, mehr oder weniger reichverzweigte Lufthyphen gebildet, die als "Fanghyphen" dienen. Im Gegensatz zu *Chaetocladium* erfolgt bei *Parasitella* nur durch diese Hyphen der Befall des Wirtes. Trifft eine Fanghyphye eine Wirtshyphye, so schwillt sie etwas an und trennt durch eine Querwand die "Schröpfkopfzelle" ab, während die Hyphye durch einen Seitenast fortgesetzt wird. An der Berührungsstelle von Wirt und Parasit werden die Membranen aufgelöst, Plasma und Kerne vermengen sich und aus der Schröpfkopfzelle gehen mehr oder weniger große Ausstülpungen hervor. In dem hinter dieser Zelle liegenden Teil der Traghyphe sammeln sich dann die Reservestoffe an, er umgibt sich mit einer dicken Wand (vgl. Schmidt 1925) und wird so zur "Sikyospore", die den Zygoten sehr ähnlich ist und in gleicher Weise zu keimen vermag.

Folgende Mucorineen-Gattungen können von *Parasitella* angegriffen werden: *Mucor*, *Zygorhynchus*, *Rhizopus*, *Pilaïra*, *Thamnidium*, *Chaetostylum* und *Choanephora*. Nicht angegriffen werden: *Phycomyces*, *Pilobolus*, *Helicostylum*, *Cunninghamella* u.a..

In Rohkulturen ist der Pilz an der Gallenbildung stets leicht zu erkennen.

Nach Wettstein (1955) zur Konversion von Steroiden verwandt.

Frankreich (Bainier 1903); Deutschland (Burgeff 1924), Erde (Muskat 1955).

III. ZYGORHYNCHUS Vuillemin 1903

Bull. Soc. Mycol. France 19, 116.

R a s e n weiß bis grau, locker und zart, aus spinnwebenartig gekreuzten Hyphen bestehend, an denen die kurzen, stark sympodial verzweigten Sporangien- und Zygotenträger sitzen. S p o r a n g i e n kugelig, die älteren mit schnell zerfließender, die jüngeren mit langsam zerfließender oder zerbrechender Wand. C o l u m e l l a kugelig, S p o r e n und Gemmen wie bei *Mucor*. Die wesentlichsten Merkmale der Gattung sind *Homothallie* und asymmetrische Kopulation. Die Zygotenbildung, die vor allem von Blakeslee (1913), Burgeff (1924) und Green (1927) untersucht wurde, geht so vor sich, daß ein kurzer Seitenast anschwillt, gegen den Hauptast wächst und letzterer an der Berührungsstelle eine Ausstülpung bildet. Diese trennt eine kleine (-) Gametangienzelle ab, während die Spitze des Seitenastes ein wesentlich größeres (+) Gametangium abtrennt. Das (+) Gametangium wird von einem größeren Suspensor getragen. Die Z y g o t e n sind genau so gebaut wie bei *Mucor* das Exospor ist gefeldert und mit konischen Fortsätzen versehen. Diese zeigen verschiedene Höhe, wonach Namyslowski (1910 a) einzelne Arten unterscheidet.

Die Gattung *Zygorhynchus* wurde erst spät von *Mucor* getrennt. Die wenigen, einander sehr nahestehenden Arten wurden z.B. noch von Lendner (1908) zur Gattung *Mucor* gestellt.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Sporen kugelig bis kurzoval | (2) |
| Sporen oval bis länglich | (4) |
| 2. Sporangien bei der Reife aufspringend | 1. Z. <i>exponens</i> (S. 51) |
| Sporangien nicht aufspringend | (3) |
| 3. Zygoten schwarz, über 50 μ | 2. Z. <i>heterogamus</i> (S. 51) |
| Zygoten braun, bis 50 μ | 3. Z. <i>californiensis</i> (S. 52) |
| 4. Zygotenfortsätze bis 7 μ lang | 4. Z. <i>macrocarpus</i> (S. 52) |
| Zygotenfortsätze bis 5 μ lang | 5. Z. <i>moelleri</i> (S. 54) |
| Zygotenfortsätze bis 3 μ lang | 6. Z. <i>japonicus</i> (S. 55) |

1. *Zygorhynchus exponens* Burgeff 1924

Bot. Abhandl. 4, 34 (Abb. 11 - 14; Abb. auch bei Hessel tine et al. 1959) Abb. 16.

Z. *polygonosporus* Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 18 (fide Zycha 1935).

R a s e n weiß bis hellgrau, bis 1 cm hoch. Sporangienträger sympodial schwach verzweigt, bis 20 μ dick. S p o r a n g i e n grau, 50 - 100 μ , mit zerfließender Wand, bei der Reife völlig aufspringend (wie bei *Mucor petri-sularis*). C o l u m e l l a abgeflacht bis kugelig, 6 - 26 x 10 - 42 μ , mit Kragen. S p o r e n kugelig, vielfach polyedrisch, 3,5 - 8,5 μ (atypisch bis 9 x 17 μ). Nach Hessel tine et al. (1959) kommen in den Trägern Chlamydo-sporen vor. Z y g o t e n an reich verzweigten Zygotenträgern, welche entweder dem Substratmycel entspringen und bei Berührung einer festen Unterlage an der sterilen Spitze ausläuferartige hyaline Rhizoiden entsenden, oder als kurze Seitenäste der Sporangienträger, doch auch hier stets mit einer sterilen Spitze. Über die Verteilung der (+)- und (-)- Eigenschaften der Seitenäste vgl. Burgeff (1924). Suspensoren ungleich bis nahezu gleich groß, hellbraun, leicht rauh, die kleineren 8 - 26 μ dick, die größeren 20 - 36 μ . Zygoten rötlichbraun bis dunkelbraun, kugelig, 32 - 80 μ , mit stumpfen, bis 6,5 μ langen Fortsätzen.

Nach Hessel tine et al. (1959) hängt es vom Medium ab, ob ungleich große Suspensoren gebildet werden, wie es für *Zygorhynchus* typisch ist, oder ob die Suspensoren nahezu gleich groß sind wie bei *Mucor*.

In Erde. Deutschland (Burgeff 1924, Muskat 1955); Jugoslawien (Pišpek 1929); Spanien (Zycha 1935).

Hessel tine et al. (1959) beschreiben eine Varietät, *Z. exponens var. smithii*, die kleinere Sporen hat (4,5 - 6,5 μ).

2. *Zygorhynchus heterogamus* (Vuill.) Vuillemin 1903

Bull. Soc. Mycol. France 19, 117 (Abb. bei Vuillemin 1886 a, Blakeslee 1913, Pišpek 1929, Hessel tine et al. 1959) Abb. 17 (S. 53).

Mucor heterogamus Vuillemin 1886, Bull. Soc. Bot. France 23, 236

Mucor neglectus Vuillemin 1886 (fide Vuillemin 1908)

Z. phosphoreus Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 22 (fide Zycha 1935).

R a s e n erst weiß, später grau, bis 1 cm hoch. Sporangienträger aufrecht, verzweigt, bis 18μ dick, mit Sporangien und Zygoten. Nach Hesseltine et al. haben die Träger oft sterile Zweige. Sporangien nach Zycha (1935) schwärzlich, nach Hesseltine et al. (1959) hyalin bis leicht gelblich (im reflektierten Licht), kugelig, aufbrechend, manchmal zerfließend, $15 - 60 \mu$. Columella abgeflacht bis nahezu kugelig, mit Kragen, $4,5 - 22 \times 6,5 - 26 \mu$. Sporen kugelig, $2 - 3 \mu$, (nach Hesseltine et al. auch unregelmäßig kurz-oval, $2 - 4 \times 4 - 6,5 \mu$, bis $5 \times 8 \mu$), glatt. Gemmen im Substrat und gelegentlich im Luftmycel. Zygoten kugelig, dunkelbraun bis schwarz, $45 - 70 (- 150) \mu$, Fortsätze bis $4,5 \mu$ lang, der engere Suspensor $6 - 13 \mu$, der breitere $28 - 57 \mu$ im Durchmesser.

Frankreich (Vuillemin 1886); Jugoslawien (Pišpek 1929); Rußland (Raillo 1929, Kur-sanow & Schldjar 1938); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); USA. (Rathbun 1918); Kanada (Bisby et al. 1933).

3. *Zygorhynchus californiensis* Hesseltine, C. R. Benjamin & B. S. Mehrotra 1959

Mycologia 51, 185 (Fig. 8 - 10)

Auf SMA schnellwüchsig, R a s e n über 1 cm hoch, grau, mit süßem, Actinomyceten-ähnlichem Geruch. Sporangienträger verzweigt, mit Septen über den Verzweigungsstellen, bis 13μ dick, mit Sporangien und Zygoten. Sporangien erst oft nickend, später aufrecht, erst weiß, dann grauschwarz im reflektierten Licht (braun im durchgehenden Licht), aufbrechend, kugelig bis etwas länglich (bis nahezu Absidia-ähnlich), $15 - 60 \mu$, Wand selten inkrustiert, durchsichtig. Columella abgeflacht, hellbräunlich, $6,5 - 26 \times 8 - 35 \mu$. Sporen glatt, kugelig, hyalin bis hellgelb, meist mit einer zentralen Ölkugel, $2,2 - 4,5 \mu$. Interkalare Gemmen nur in alten Kulturen. Zygoten kugelig, $20 - 47 \mu$, braun bis dunkelbraun, Fortsätze bis $4,5 \mu$ lang; der größere Suspensor glatt oder rauh, hyalin, sich allmählich auf $12 - 24 \mu$ erweiternd, der kleinere Suspensor sehr kurz, etwa 5μ dick.

USA., in Kalifornien, Erde.

4. *Zygorhynchus macrocarpus* Ling-Young 1930

Rev. gén. Bot. 42, 150 (Abb. 1, 4; Abb. auch bei Hesseltine & Ellis 1961).

(?) *Z. hennebergii* Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 58 (fide Hesseltine et al. 1959)

R a s e n anfangs gelblich, später braungrau, $0,1 - 0,4$ cm hoch. Sporangienträger $15 - 20 \mu$ dick, oft etwas gekrümmt, unregelmäßig verzweigt. Sporen

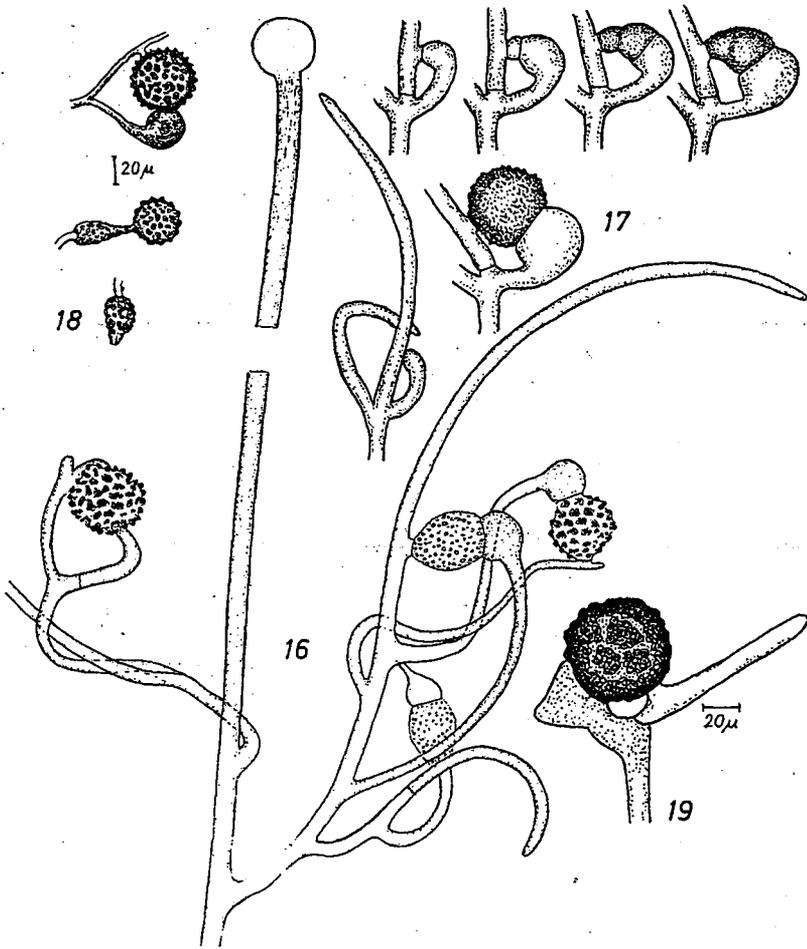


Abb. 16. *Zygorhynchus exponens* (n. Zycha 1935)

Abb. 17. *Zygorhynchus heterogamus*; Zygotenbildung (n. Blakeslee 1913 aus Zycha 1935)

Abb. 18. *Zygorhynchus moelleri*; Zygote und Azygote (n. Namyslowski 1910 aus Zycha 1935)

Abb. 19. *Zygorhynchus japonicus*; Zygote (n. Kominami 1915 aus Zycha 1935)

r a n g i e n gelblich bis dunkelgrau, 50 - 80 μ , mit zerfließender oder zerbrechender Wand. *Columella* abgeflacht kugelig, bis 45 μ breit, mit Basalkragen. *Sporen* oval, 2,5 - 3 x 4,5 - 5 μ , seltener bis 7 μ , gehäuft von gelblicher Farbe. Mycelgemmen häufig, in flüssiger Raulin'scher Lösung zahlreiche, bis zu 50 μ große Kugelzellen. *Zygoten* 40 - 100 μ , kugelig, anfangs braun, später schwarz, im Luftmycel verstreut, mit 4,5 - 7 μ langen, sternförmigen, stumpfen, z. T. zurückgebogenen Fortsätzen, die an der Basis bis 10 μ dick sind. Suspensoren ungleich, der größere rauh, lang, zurückgebogen, abrupt angeschwollen nahe der Zygote, 28 - 37 μ breit. Der kleinere Suspensor 6 - 8,6 x 8 - 10 μ , hyalin, gerade.

Hesseltine et al. (1959) untersuchten eine Abimpfung von Ling-Young's Isolierung aus dem CBS. Dieser Stamm bildete keine Zygoten. Später erhielt Hesseltine eine andere Abimpfung von Ling-Young's Pilz, die auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar nach 2-wöchiger Kultur bei 15°C Zygoten ausbildete (Hesseltine & Ellis 1961).

Frankreich (Ling-Young 1930).

5. *Zygorhynchus moelleri* Vuillemin 1903

Bull. Soc. Mycol. France 19, 117 (Abb. bei Lendner 1908, Hagem 1908, Namyslawski 1910 b, Blakeslee 1913, Green 1927, Hesseltine et al. 1959) Abb. 18.

Mucor moelleri (Vuill.) Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 72)

Z. vuillemini Namyslawski 1910, Ann. Mycol. 8, 152 (fide Zycha 1935, Hesseltine et al. 1959)

Z. dangeardi Moreau 1912, Bull. Soc. Bot. France 59, 67 (fide Zycha 1935, Hesseltine et al. 1959)

Z. bernardi Moreau 1913, Bull. Soc. Bot. France 60, 256 (fide Zycha 1935)

Z. circinelloides Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 94 (fide Zycha 1935)

Z. viridis Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 96 (fide Zycha 1935)

Z. griseo-cinereus Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 98 (fide Zycha 1935)

Z. vuillemini Namyslawski var. *albus* Christenberry 1940, J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 56, 342 (fide Hesseltine et al. 1959)

Z. verruculosus Tehon 1943, Trans. Illin. Acad. Sci. 36, 109 (fide Hesseltine et al. 1959).

R a s e n erst weiß, später grau, etwa 1 cm hoch, Sporangienträger einfach oder verzweigt, bis 15 μ dick. Zygoten und Sporangien am gleichen Träger.

S p o r a n g i e n aufrecht oder nickend, kugelig oder etwas abgeflacht, im reflektierten Licht grau, 12 - 40 μ (- 70 μ), Wand langsam zerfließend oder aufbrechend. *Columella* abgeflacht, manchmal nahezu kugelig, mit Kragen, grau oder braun, glatt, 6 - 8,6 x 8 - 25 μ (bis 36 x 45 μ). *Sporen* glattwandig, hyalin, mit einem oder zwei Öltropfen, länglich-oval, 2 - 3,3 x 3 - 6,5 μ . Nach Hesseltine et al. (1959) können im Luft- und im Substratmycel Gemmen vorhanden sein. *Zygoten* 15 - 56 μ , zwischen ungleichen Suspensoren, typisch direkt über dem Substrat, aber auch im Luftmycel

gebildet, kugelig, braun bis dunkelbraun. Zygotenfortsätze bis 6μ lang. Der kleinere Suspensor ist gerade, $4 - 8 \mu$ dick, der größere gebogen, $10 - 27 \mu$ dick. Azygoten gelegentlich vorhanden, dunkelbraun, rauh, dickwandig.

Nach Namyslowski (1910 b) kann bei *Z. vuilleminii* (= *Z. moelleri*) die Fähigkeit zur Zygotenbildung in Kultur allmählich verlorengehen; auf diese Weise erhielt er die var. *agamus*. Raymond, der einen *Z. moelleri*-Stamm aus Hesselstine's Sammlung auf Platten züchtete, erhielt von einem Sektor eine zygotenlose Variante (Hesselstine et al. 1959).

Optimales Wachstum bei $25 - 26^{\circ}\text{C}$, Temperaturmaximum etwa 32° (1908) wird die Entwicklung der Sporangienträger durch niedrigere Temperaturen ($4 - 5^{\circ}$) und hohe Konzentration des Nährbodens, die Zygotenbildung durch höhere Temperatur (22°) und geringere Konzentration des Nährbodens angeregt. Namyslowski (1910 b) fand die Zygotenbildung durch Kohlehydrate gefördert. Pepton und Asparagin fördern das Mycelwachstum (Namyslowski 1910 b). Nach Waksman vermag der Pilz Zellulose nicht anzugreifen.

Meist in Erde. Deutschland (Möller, Johann 1932, Zycha 1935, Niethammer 1935, Krehl-Nieffer 1951, Muskat 1955, Siepmann 1959); Dänemark (Jensen 1931); England (Elliott-Bayliss 1930, Ellis 1940, Chesters 1948, Warcup 1951, Jefferys et al. 1953, Evans 1954); Frankreich (Ling-Young 1930); Italien (Niethammer 1935); Jugoslawien (Namyslowski 1910 a, Pišpek 1929); Kroatien (Starč 1942); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Janke & Holzer 1929, Szilvynyi 1941, Niethammer 1942 a); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Raillo 1929, Kursanow & Schkljar 1938, Kyrilenko 1965); Schweiz (Lendner 1908, Niethammer 1935); Indien (Saksena & Sarbhoy 1963, M. D. Mehrotra 1963); Japan (Takahashi 1919); USA. (Sumstine 1910, Grossmann 1911, Jensen 1912, Waksman 1917, Rathbun 1918, Abbott 1923, 1926, Paine 1927, Swift 1929, Christenberry 1940, Borut & Johnson 1962, Rall 1965); Kanada (Bisby et al. 1933); Neuseeland (Thornton 1958).

6. *Zygorhynchus japonicus* Kominami 1915

Mykol. Zentralbl. 5, 1 (Abb. 1 - 7) Abb. 19

R a s e n weiß, wie bei den übrigen Arten. Sporangienträger bis 1 cm hoch und $9 - 15 \mu$ dick. S p o r a n g i e n gelblich, 56μ , mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a birnförmig, seltener breit kugelig, bis 45μ hoch. S p o r e n länglich-oval, von sehr unregelmäßiger Größe, $1,5 \times 3$ bis $6 \times 10 \mu$. Mycelgemmen nur in sehr geringer Anzahl. Z y g o t e n dunkelbraun, im Mittel 68μ , mit sehr flachwarzigem Exospor (Erhebungen geringer als 3μ). Suspensoren ungleich, etwa 12 bzw. 35μ dick.

Japan, Erde.

IV. GILBERTELLA Hesseltine 1960

Bull. Torrey bot. Club 87, 24.

Sporangienträger meist einfach, oft gebogen, mit vielsporigen Sporangien. Sporangien kugelig, bei der Reife aufbrechend, mit Columella. Sporen mit fädigen Anhängseln. Zygoten mit warzigem Exospor, am Luftmycel zwischen gegenüberstehenden Suspensoren. Heterothallisch.

Einzige *Mucoraceen*-Gattung mit fädigen Anhängseln der Sporen wie bei *Blakeslea* und *Choanephora*, von welchen sie das Fehlen von Sporangiolen und die Art der Zygotenbildung unterscheidet (vgl. *Blakeslea circinans*).

Gilbertella persicaria (Eddy) Hesseltine 1960

Bull. Torrey Bot. Club 87, 24 (Fig. 2 - 10).

Choanephora persicaria Eddy 1925, Phytopath. 15, 610

Rasenn auf SMA 0,3 bis 0,6 cm hoch, erst weiß, dann grau bis braun oder nahezu schwarz. Sporangienträger meist von Substratmycel kommend, unten hyalin, oben braun bis graublau, im oberen Teil oft gebogen, von der Basis nach der Krümmung hin breiter werdend (40 - 50 μ) und unter dem Sporangium wieder schmaler, 3 - 4 mm hoch, nicht phototropisch. Sporangien erst weiß, dann gelb, bei der Reife schwarz, kugelig, vielsporig, 40 - 260 μ . Sporangienwand von der Spitze her in zwei Hälften aufbrechend, manchmal auch zerfließend. Columella 40 - 119 x 20 - 170 μ , die kleineren abgeflacht, die größeren oval oder zylindrisch, die größten birnförmig, hyalin, hellbraun, bläulich oder rötlichgrau, glattwandig, mit schmalen Kragen. Sporen hyalin, glatt, 5 - 13 x 4,5 - 17 μ , (kugelig 5 - 13 μ) kurz oval oder unregelmäßig, mit Papille an jedem Ende und von hier ausgehenden 4 - 5 fädigen Fortsätzen von 11 - 21 μ Länge. Gemmen 14 - 28 x 20 - 32 μ , im Luftmycel, auch in Sporangienträgern oder im Substratmycel, interkalar, einzeln oder in Ketten. Zygoten auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar im Luftmycel, 35 - 90 μ , kugelig, goldbraun, mit stumpfen oder spitzen, bis 6 μ langen Fortsätzen; Suspensoren 30 - 57 μ an der breitesten Stelle, rauh, gleich groß, hellbraun, angeschwollen und dann an der Zygote eingeschnürt. Heterothallisch.

Zygotenbildung bei 20 - 32°C, jedoch nicht bei 15°C und 37°C. Mycelwachstum noch bei 37°C, jedoch nicht mehr bei 42°C.

Beschreibung nach Hesseltine (1960), der mehrere Stämme untersuchen konnte. Nach Hesseltine fand bei Kreuzungen mit *Blakeslea trispora* eine sexuelle Reaktion statt, die eine Bestimmung des Geschlechtes ermöglichte. In einem Fall (*B. trispora* (+) mit *G. persicaria* (-) gekreuzt) erhielt Hesseltine Zygoten wie bei *Gilbertella* (mit Fortsätzen). Bei Kreuzungen mit *Mucor saturninus* oder *Mucor mucedo* waren keine Reaktionen zu beobachten.

Auf faulenden Pfirsichen (Eddy 1925); Nord- und Südamerika, Früchte, Erde (Hesseltine 1960); Indien, Früchte, Erde (M. D. Mehrotra 1963 b, c, 1966, var. *indica*).

V. CIRCINELLA van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5, sér. 17, 298.

Von der Gattung *Mucor* ist *Circinella* durch die stets gekrümmten, kurzen Seitenäste zu unterscheiden, sowie durch das bei vielen Arten ausgebildete sterile Luftmycel. Sporangienträger sympodial verzweigt, in der Länge nicht scharf abgegrenzt. Seitenzweige gekrümmt, mit einem, bei verzweigten Seitenzweigen mit mehreren Sporangien, manchmal mit einem sterilen Ästchen. Sporangien kugelig, mit derber, zerbrechender Wand (Ausnahme: *C. linderi*), vielsporig. Columella verschieden gestaltet, mit Kragen. Sporen meist kugelig, glatt. Zygoten zwischen gleich großen Suspensoren, nahezu glattwandig, an Zygotenträgern.

Bemerkenswert erscheint, daß - im Gegensatz zu *Mucor* - auf die meisten Arten das Licht keinen sonderlichen Einfluß ausübt.

In Anlehnung an Hesseltine & Fennell 1955:

- | | |
|--|--|
| 1. Sporangien in Dolden | (2) |
| Sporangien nicht in Dolden | (3) |
| 2. Wenigstens 8 oder 10 Sporangien je Dolde | 1. <i>C. umbellata</i> (S. 57) |
| nicht mehr als 4 oder 5 Sporangien je Dolde | 2. <i>C. minor</i> (S. 59) |
| 3. Sporen größer als 10 μ | 3. <i>C. angarensis</i> (S. 59) |
| Sporen kleiner als 10 μ | (4) |
| 4. Mit sterilen Ästchen an den sporangientragenden Zweigen ... | 4. <i>C. mucoroides</i> (S. 60) |
| | 5. <i>C. muscae</i> (S. 60) |
| Ohne sterile Ästchen an den sporangientragenden Zweigen | (5) |
| 5. Sporen unregelmäßig | 6. <i>C. simplex</i> (S. 62) |
| Sporen regelmäßig | (6) |
| 6. Sporangien extrem hart, schwer aufbrechend, Rasen stets dunkelgrau, | 7. <i>C. rigida</i> (S. 62) |
| | Große Sporangien mit subsporangialen Schwellungen, Sporen oval |
| | 8. <i>C. linderi</i> (S. 62) |

1. *Circinella umbellata* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5, sér. 17, 300 (Abb. Taf. 21; Abb. auch bei Bainier 1903, Grehn 1932, Ou 1940, Hesseltine & Fennell 1955). Abb. 20.

Helicostylum moreliae Berkeley & Broome, fide Cooke 1883, *Grevillia* 12, 12 (fide Zycha 1935, Hesseltine & Fennell 1955)

Mucor umbellatus (van Tieghem & Le Monnier) Schröter 1886, Cohn Kryptog. Fl. Schlesien 1, 206

Mucor umbellatus (van Tieghem & Le Monnier) Schröter var. *asperior* Schröter 1886, Cohn Kryptog. Fl. Schlesien 1, 206, (fide Hesseltine & Fennell 1955)

Circinella aspera (Schröter) Lendner 1908, *Mucor. Suisse* S. 105 (fide Zycha 1935)

Circinella conica Moreau 1913, Bull. Soc. Mycol. France 29, 339 (fide Zycha 1935).

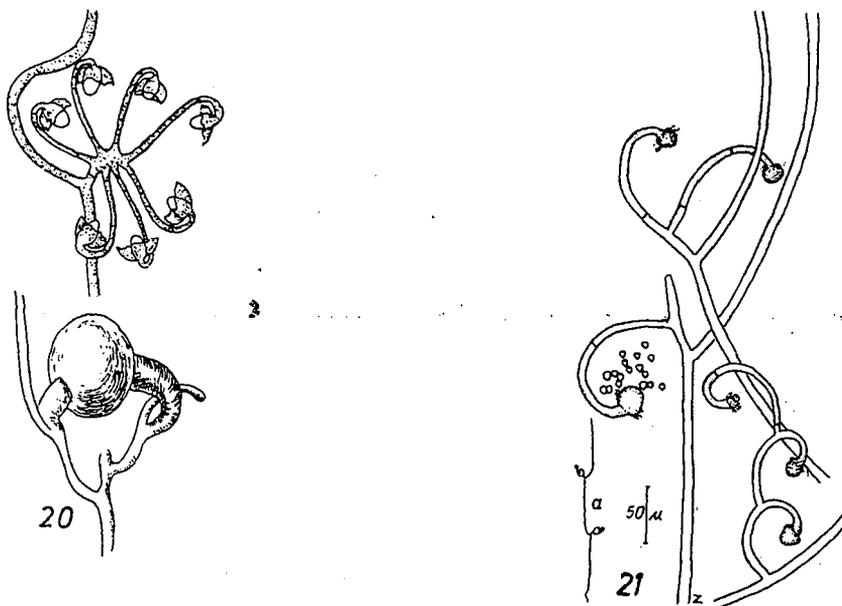


Abb. 20. *Circinella umbellata*; Sporangienstand (n. van Tieghem & Le Monnier 1873) und Zygote (n. Bainier 1903); Abb. 21. *Circinella minor*; a junger Sporangienträger bei schwacher Vergrößerung (n. Zycha 1935).

Sporangienträger bis 60 mm (auch bis 100 mm hoch), mit kurzen, waagerechten Seitenästen, welche je eine Dolde von 2 - 10, seltener bis 20, an gekrümmten Trägern stehenden Sporangien tragen. Sporangienträger bis 20 μ dick, zart, rankend. Membran bräunlich, Trägerspitze stets steril. Sporangien schwarz im durchgehenden Licht, grau im reflektierten Licht, kugelig, bis 120 μ mit zerbrechender Wand. Columella schmal aufsitzend, bräunlich, zylindrisch, kegelig oder auch birnförmig, bis 84 x 90 μ , gelegentlich mit Fortsätzen, stets mit Kragen. Sporen 4,5 - 10,5 μ , kugelig bis nahezu eiförmig, bläulichgrau oder bräunlich. Gemmen im Substratmycel, nach Hesseltine & Fennell bis 18 μ , kugelig oder oval, Zygoten (nach Hesseltine & Fennell) bis 92 μ , kugelig bis eiförmig, goldbraun, mit Öltropfen, die bei der Reife zusammenfließen. Zygotenwand bei starker Vergrößerung mit "hirnartiger" Markierung. Suspensoren bis 26 μ Durchmesser, typisch zangenförmig, gelegentlich gerade, an der Basis nicht verschlungen. Zygoten nahe der Oberfläche des Substrats. Heterothallisch. Hesseltine & Fennell erhielten Zygoten auf "steep agar" (Raper & Thom, 1949) nach 8tägiger Kultur bei 25°C.

Auf Exkrementen verbreitet. Frankreich (van Tieghem 1873, Bainier 1903, Ling-Young 1930); Deutschland (Schröter 1886); Holland (Oudemans 1902); Polen (Namyslowski 1910 b, Krzemieniewska & Badura 1954); China (Ou 1940); Indien (Rai & Mukerji 1961, B. S. Mehrotra 1967); Java (Boedijn 1958); USA. (Sumstine 1910, Hesselstine & Fennell 1955, Bonner & Ferguson 1959); Australien (Warcup 1957).

2. *Circinella minor* Lendner 1905

Bull. Herb. Boissier, 2. sér. 5, 199 (Abb. bei Lendner 1908) Abb. 21.

R a s e n zart, höchstens 2,5 cm hoch, nach Hesselstine & Fennell (1955) im Alter rötlichbraun. Sporangienträger bis 15 mm hoch, bis 25 μ dick, mit 2 bis 4 doldig stehenden, gekrümmten Seitenästchen abschließend, doch mehrmals sympodial gerade fortgesetzt und jeweils wieder mit einem solchen Sporangienstand abschließend. Letzter Ast steril. Sporangien kugelig, 40 - 90 μ , grau bis nahezu schwarz, mit inkrustierter, zerbrechender Wand (Hesselstine & Fennell fanden auch abortative Sporangien ohne Sporenbildung). Columella 12 - 55 μ , kugelig, oval, kegelig oder länglich, mit Kragen. Sporen 4,3 - 7,5 μ , kugelig bis kurz oval, hyalin, glatt. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Hesselstine & Fennell (1955), die eine Kultur aus der Blakeslee-Sammlung und eine ATCC-Kultur untersucht haben, konnten bei Kreuzungen keine Zygoten erzielen. Wurde jede der Kulturen mit *C. umbellata* (-) zusammengebracht, so wurden viele Suspensoren ausgebildet, aber nur 1 von 10 der Fusionen führte zur Ausbildung einer reifen Zygote.

Schweiz (Lendner 1905).

3. *Circinella angarensis* (Schost.) Zycha 1935

Kryptogamenfl. Mark Brandenburg VIa, 98 (Abb. Schostakowitsch 1897, Hesselstine & Ellis 1961).

Mucor angarensis Schostakowitsch 1897, Ber. D. Bot. Ges. 15, 473 (Abb. 5 - 7).

R a s e n bis 1,5 cm hoch, erst weiß, dann grau oder braun, schnellwüchsig. Sporangienträger bis 15 mm lang, bis 35 μ dick, braun, aufrecht bis niederliegend, sympodial verzweigt. Sporangien meist an gekrümmten Seitenzweigen, ein bis zwei Sporangien je Zweig. Seitenzweig oft mit einem dornähnlichen Fortsatz. Sporangien bis 200 μ , erst weiß, dann hellbraun im reflektierten Licht, mit zerbrechender Wand, welche einen großen Basalkragen zurückläßt. Columella 30 - 124 x 65 - 154 μ , hyalin bis hellbraun, zylindrisch, birnförmig, oval oder kugelig, mit Fortsätzen an den kleineren Columellen. Sporen 6 - 14 μ , glatt, kugelig bis kurz oval, mit doppelter Membran, einzeln grau, gehäuft schieferblau. Gemmen nicht beobachtet. Hesselstine & Ellis (1961) erhielten Zygoten auf Hefeextrakt-Stärke-Agar, sowie auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar. Zygoten 30 - 70 μ , nahe der Agaroberfläche als dunkle Linie ausgebildet, dickwandig (5 μ), rauh bis

warzig, streifig, mehr oder weniger kugelig (die kleineren oval), gelbbraun bis braun, mit Öltropfen. Suspensoren 12 - 27 μ , gleich groß, einander gegenüberstehend (die Suspensoren sind wie bei *C. muscae* nicht verschlungen und nicht zangenförmig). Zygotenträger mit sterilem Dorn über dem Suspensor. Heterothallisch.

Hesseltine & Ellis haben 2 Isolierungen von Dung in Kalifornien untersucht. Bei Kreuzungen zwischen *C. angarensis* (-) und *C. muscae* (+) Stämmen wurden einige bis 35 μ große Zygoten gebildet.

Sibirien (Schostakowitsch 1897); China (Ou 1940); USA., Kalifornien, Dung (Hesseltine & Ellis 1961).

4. *Circinella mucroides* Saito 1907

Zbl. Bakt. II, 17, 159 (Abb. bei Hesseltine & Fennell 1955).

C. chinensis Naganishi & Kojiro 1942, J. Ferm. Tech. 20, 409 (fide Hesseltine & Fennell 1955).

R a s e n locker, grau bis braun, bis 4 cm hoch. Sporangienträger schlaff aufrecht, etwas spiralig gewunden, mit steriler Spitze oder mit Sporangium endend. Sporangien an kurzen, alternierend stehenden, gebogenen, braun gefärbten Seitenästen, die stets ihrerseits wieder ein steriles Ästchen tragen; z. T. tragen die Seitenäste auch 2 Sporangien und kein steriles Ästchen. Ein Teil der Seitenäste bildet keine Sporangien aus und bleibt steril. Sporangien kugelig, 50 - 85 μ , bräunlich und mit feinstacheliger, zerbrechender Wand. Columella zylindrisch, oval oder nahezu birnförmig, bis 50 x 70 μ , immer mit Kragen, gelegentlich mit Fortsätzen, grau oder hellbraun. Sporen kugelig bis kurz oval, 3,5 - 8 μ , gehäuft grau-braun. Zygoten und Gemmen unbekannt.

Auf japanischem "Koji" (Saito 1907); China, Mäusekot (Ou 1940); Tunesien, Erde (Muskat 1955).

5. *Circinella muscae* (Sorokine) Berlese & De Toni 1888

Sacc. Syll. Fung. 7, 216 (Abb. bei Hesseltine & Fennell 1955. Ferner die Abb. der als Synonyme angegebenen Arten). Abb. 22.

Helicostylum muscae Sorokine 1870, Bull. Soc. Imp. Nat. Moskau 43, 256.

C. spinosa van Tieghem & Le Monnier 1873, Ann. Sci. Nat. 5. sér. 17, 305.

Mucor spinulosus (van Tieghem & Le Monnier) Schröter 1886, Cohn Kryptog. Fl. Schlesien 1, 206

C. nigra Bainier 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 170 (fide Hesseltine & Fennell 1955)

C. sydowi Lendner 1913, Bull. Soc. Bot. Genève II, 5, 29 (fide Hesseltine & Fennell 1955)

Mucor laxorhizus Ling-Young 1930, Rev. gen. Bot. 42, 732 (fide Zycha 1935)

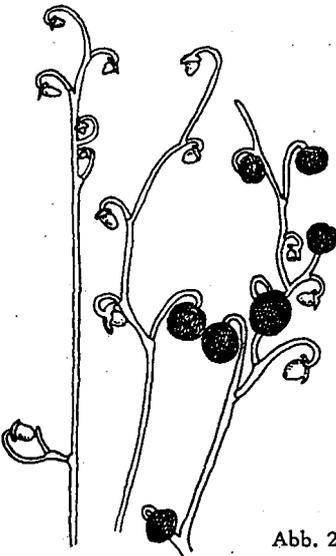


Abb. 22. *Circinella muscae* (n. Lendner 1913 als *C. sydowi*)

Rasen grau bis braun, bis 2 cm hoch, Sporangienträger bis 18μ dick. Trägerzweige gebogen, entweder mit 1 Sporangium oder mit 2 Sporangien oder mit 1 Sporangium und einem sterilen Zweig. Viele kürzere Sporangienträger mit alternierend angeordneten Sporangien, ohne sterile Zweige. Verzweigte, kurze, rhizoidenartige Strukturen, wo die Sporangienträger die Oberfläche des Mediums berühren. Sporangien bis 100μ , Columella bis $30 \times 54 \mu$, birnförmig, länglich kegelig, hyalin bis hellbraun, einige glatt, andere mit Fortsätzen. Sporen kugelig bis kurz oval, $3 - 7 \mu$, glatt, hyalin, in Masse schwarz. Zygoten $30 - 65 \mu$, auf der Agaroberfläche, gelbbraun bis rötlichbraun, kugelig, Öltropfen im Zentrum, Wand leicht rau. Suspensoren gleich groß, $15 - 18 \mu$, hyalin, gerade, nie zangenförmig, auf einander gegenüberliegenden, kurzen, rauhen Zygotenträgern entstehend. Heterothallisch. (Nach Hesseltine & Fennell 1955).

Nach Saito unterscheidet sich *C. mucoroides* von *C. muscae* durch die schwächer gebogenen Sporangienträgerzweige, durch die Sporangienträger mit terminalen Sporangien und durch die größeren Sporen. Nach Hesseltine & Fennell sind die bei *C. mucoroides* spiralgewundenen Träger und die sterilen Ästchen bessere Unterscheidungsmerkmale. Beide Arten sind jedoch einander sehr ähnlich und möglicherweise identisch.

Frankreich, Exkremente (van Tieghem & Le Monnier 1873, Bainier 1903, Ling-Young 1930); Deutschland (Schröter 1886), morsches Holz (Zycha 1935), Erde (Linnemann 1936); Rußland, Erde (Raillo 1928, Kyrylenko 1965); Tschechoslowakei, Erde (Nietham-

mer 1933); Indien (Ajrekar & Dharmarajulu 1931, Agnihothrudu 1957, Saksena & Sarbhoy 1963, M. D. Mehrotra 1963); Israel, Erde (Rayss & Borut 1958, Joffe 1963); Java, Erde, Baumrinde (Boedijn 1958); Madagaskar, Erde (Bobr-Tylingo 1954); Südafrika, Zuckerlösung (Lendner 1913), Kakaobohnen (Bunting 1929); Tunesien, Erde (Muskat 1955; Australien, Erde (Warcup 1957).

6. *Circinella simplex* van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 92 (Abb. Taf. 2)

Mucor simplex (van Tieghem) Migula 1910, Kryptogamenfl. 3, 194

Langsamwüchsig R a s e n dicht, bräunlich, bis 0,5 cm hoch. Sporangienträger bräunlich, regelmäßig sympodial verzweigt, mit bis zu 20 an kurzen gebogenen Seitenästen stehenden Sporangien. Sporangien bis 70μ , bräunlich, mit zerbrechender Wand. Columella schmal aufsitzend, bis $23 \times 26 \mu$, kegelig bis glockig, glatt, bräunlich, mit Kragen. Sporen 3 - 5 (- 11) μ , oft unregelmäßig ausgebuchtet. Gemmen wurden nicht gefunden, doch bildet der Pilz im Substrat oft große, langgestreckte Riesenzellen. Die unregelmäßige Form der Sporen und die stets beibehaltene geringe Höhe des Rasens stellen den wesentlichen Unterschied gegenüber *C. muscae* dar.

Auf Hundemist (van Tieghem 1875); Indien, tierische Exkreme (Rugmini 1956), Erde (B. S. Mehrotra 1967); Brasilien, Erde (Raillo 1929, Zycha 1935); Hawaii, Erde (Contois 1953).

7. *Circinella rigida* Smith 1951

Trans. Brit. Mycol. Soc. 34, 19 (Abb. 7, 8; Abb. auch bei Hesseltine & Fennell 1955).

Auf SMA R a s e n grau, niedriger als 1 cm. Sporangienträger 4,5 - 11 μ dick, hyalin, gedreht und schlaff, mit 1 Sporangium je Zweig. Sporangien birnförmig, 20 - 72 μ , erst weiß, dann schwarz, auf gekrümmten Ästen. Sporangienwand hart. Columella 20 - 36 μ , dorsiventral zusammengepreßt, mit einer Apophyse, dunkelgrau, mit daranhängender Sporangienwand. Sporen 3,5 - 6 μ , kugelig oder etwas kantig, glatt, leicht bläulichschwarz. Gemmen und Zygoten unbekannt. (Nach Hesseltine & Fennell).

England, Erde (Smith 1951, Warcup 1951); USA., North Carolina (Borut & Johnson 1962).

8. *Circinella linderi* Hesseltine & Fennell 1955

Mycologia 47, 205 (Abb. 2). Abb. 23

Auf SMA R a s e n erst weiß, später haselnußbraun, bis 1,5 cm hoch. Große Sporangienträger 6 - 18 μ dick, an der Spitze ein Sporangium. An dem Träger in unregelmäßigen Abständen kurze, gekrümmte Seitenzweige mit 1, bei verzweigten Seitenzweigen mit bis zu 3 Sporangien. Kurze Sporangienträger

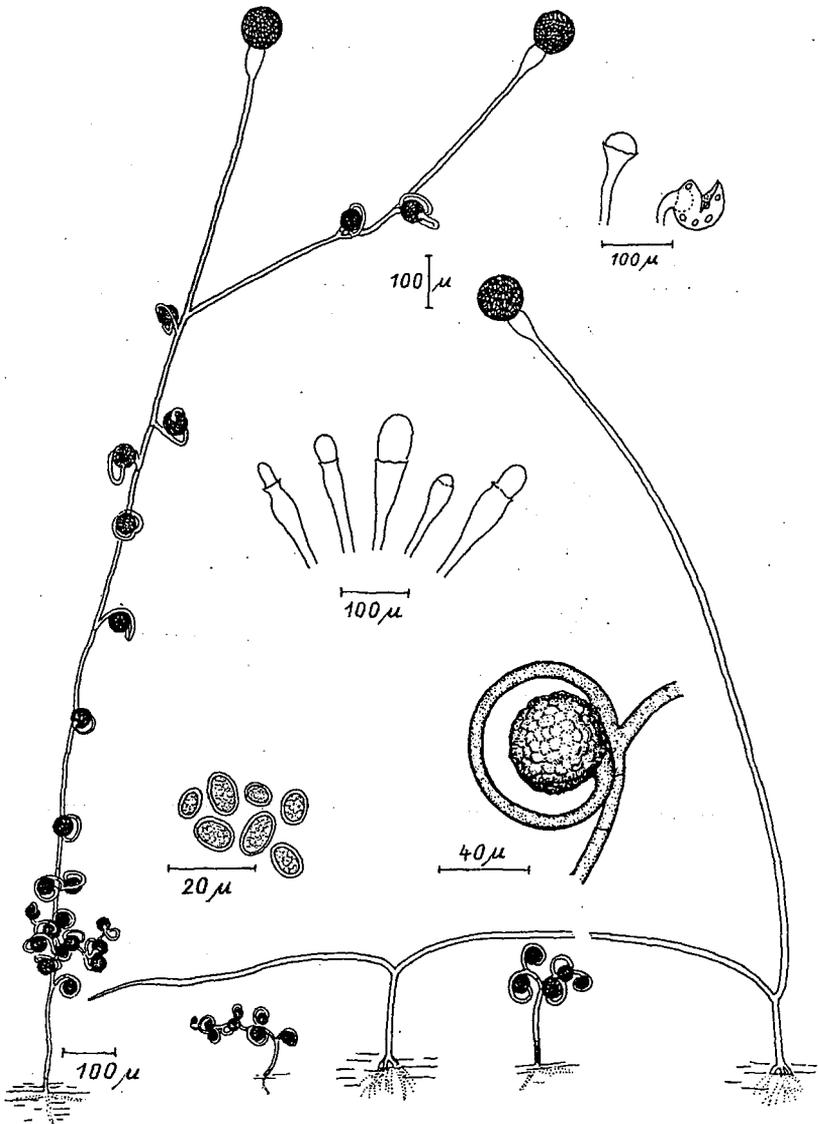


Abb. 23. *Circinella linderi*; Sporangienträger, einzelnes Sporangium, Columellen, Sporen (n. Hesseltine & Fennell 1955)

weniger als 2 mm lang, in großer Menge entstehend, sympodial verzweigt, Sporangien nur an gekrümmten Seitenzweigen. Auf Czapek-Agar werden Rhizoiden und Stolonen ausgebildet. Stolonen gelegentlich mit Sporangien an gekrümmten Seitenzweigen. Große terminale Sporangien kugelig, erst weiß, dann olivgrau, hellgelb im reflektierten Licht, 40 - 120 μ , zerfließend. Subsporangiale Schwellung 18 - 40 μ , keulen- bis eiförmig, braun. Die kleineren Sporangien an den gekrümmten Seitenzweigen 30 - 80 μ , grau, kugelig bis umgekehrt eiförmig, aufbrechend, ohne subsporangiale Schwellung. Columella der terminalen Sporangien 20 - 40 x 20 - 65 μ , glatt oder leicht eingekerbt, zylindrisch und oben abgerundet, bräunlich, mit oder ohne Kragen. Columella der Sporangien an den gekrümmten Seitenästen 17 - 23 x 25 - 30 μ (bis 30 x 36 μ), kugelig oder halbkugelig, braun, glattwandig, mit einem großen Rest der Sporangienwand als Kragen. Sporen 5 - 7,5 x 6,5 - 13 μ , oval bis nahezu ellipsoidisch, nie kugelig, farblos bis schwach gelblich. Substratmycel im Alter mit geschwollenen, unregelmäßigen Zellen. Gemmen und Zygoten nicht beobachtet. Bei 37°C Wachstum gehemmt. USA., Florida, Textilgewebe (D. H. Linder).

VI. ACTINOMUCOR Schostakowitsch 1898.

Ber. D. Bot. Ges. 16, 155

Sporangienträger mit Endsporangium oder mit steriler Spitze, dann als Ausläufer fungierend. Wächst ein Ausläufer gegen eine feste Unterlage, so bildet er (wie *Rhizopus*) an dieser Stelle ein System von verzweigten Rhizoiden. Seitenäste der Sporangienträger kurz, meist dicht, in wirteliger Anordnung, mit kleineren Sporangien als die der Hauptachse.

Lendner (1908) stellte die Gattung, offenbar auf Grund der Heterosporangie, zu den Thamniaceen. Da die Bildung kleinerer Sporangien und Sporangiolen neben größeren gelegentlich auch bei *Mucor*-Arten zu beobachten ist, andererseits aber bei *Actinomucor* meist keine wirklichen Sporangiolen vorhanden sind, hält Zycha (1935) die Einordnung bei den Thamniaceen nicht für richtig. Auch Benjamin & Hesseltine (1957) stellen *Actinomucor* zu den *Mucoraceen*. Innerhalb der *Mucoraceen* unterscheiden den Pilz die Ausläufer und die dichten kurzen Seitenäste mit einer Querwand unter dem Sporangium von der Gattung *Mucor*, während die apophysenlosen Sporangien *Actinomucor* von *Rhizopus* und *Absidia* trennen.

Nur eine Art ist bekannt.

Actinomucor elegans (Eidam) Benjamin & Hesseltine 1957

Mycologia 49, 241 (Abb. 1 - 7; Abb. auch bei Schostakowitsch 1898, Lendner 1910, Reinhardt 1925, Zach 1933, Ou 1940, Benjamin & Hesseltine 1957, Indoh 1962 b). Abb. 24

- Mucor corymbosus* Harz 1871, Bull. Soc. Imp. Nat. Moskau 44, 143 (fide Zycha 1935)
Rhizopus elegans Eidam 1883, Jber. schles. Ges. vaterl. Kult. 61, 232
Mucor harzii Berlese & De Toni 1888, in Sacc. Syll. Fung. 7, 202
A. repens Schostakowitsch 1898, Ber. D. Bot. Ges. 16, 155 (fide Benjamin & Hesseltine 1957)
Glomerula repens Bainier 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 154
Mucor glomerula Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 69 (fide Zycha 1935)
Mucor botryoides Lendner 1910, Bull. Soc. Bot. Genève, 2. sér, 2, 79 (fide Zycha 1935)
Mucor repens (Bainier) Sacc. & Trott. 1912, Syll. Fung. 21, 821
Mucor botryoides var. *minor* Jensen 1912, Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 315, 457 (fide Zycha 1935)
Mucor cunninghamelloides Pišpek 1929, Act. Bot. Univ. Zagreb 4, 89 (fide Zycha 1935)
A. corymbosus (Harz) Naumov 1935, Clés Mucor 1939, S. 55)
A. corymbosus forma *palaestina* Rayss 1945, Palestine J. Bot. Jerusalem Ser. 3, 162 (fide Benjamin & Hesseltine 1957)

Schnellwüchsig; R a s e n weiß, später gelblich, bräunlich oder grau, über 1 cm hoch. Lufthyphen spinnenwebenartig gekreuzt übereinanderliegen, bis 30 μ dick. Als Sporangienträger enden die Lufthyphen mit einem großen Sporangium oder mit einem Büschel kleinerer Sporangienträger. Ohne Endsporangium können die Lufthyphen als Ausläufer unbegrenzt weiterwachsen; sie bilden dann bei Berührung mit einer festen Unterlage einerseits verzweigte Rhizoiden, andererseits ein dichtes Büschel kurzer Sporangienträger. In beiden Fällen werden auch internodiale Seitenäste gebildet, die meist nur kurz sind und in großer Anzahl in wirteliger oder gestauchter traubiger Anordnung den Hauptträger umgeben. Sie tragen kleinere, oft bis zu Sporangiolen reduzierte Sporangien, unter denen sich in geringem Abstand stets eine Querwand befindet. An dieser Stelle bricht der Träger leicht ab, so daß im mikroskopischen Bild vielfach typische kurzgestielte Sporangien und Columellen gefunden werden. Gelegentlich läßt sich auch eine *mucorartige* sympodiale Verzweigung beobachten. S p o r a n g i e n kugelig, anfangs weiß, später mattgrau oder hellgelbbraun. Hauptsporangien 70 bis 180 μ , mit zerfließender oder aufbrechender Wand, Sporangien der Seitenäste 20 - 60 μ , mit feinstacheliger, zerbrechender Wand. C o l u m e l l a eiförmig bis zylindrisch, leicht aufsitzend, 30 - 48 x 50 - 72 μ , in den kleineren Sporangien knopf- oder kegelförmig oder kugelig, 12 - 30 μ . S p o r e n kugelig, regelmäßig, 6 - 9 μ , oft etwas gelblich und meist mit leicht rauher Oberfläche. Mycelgemmen verschiedener Gestalt und Größe werden sowohl in der Luft als auch im Substrat reichlich gebildet. Von Benjamin & Hesseltine's Stämmen bildeten einige keine Gemmen. In Nährlösungen konnte Zach (1933) Kugelgemmen beobachten. Z y g o t e n sind nicht bekannt, doch konnte Zach (1933) mit *Absidia glauca*(+) unvollständige Bastardzygoten erhalten.

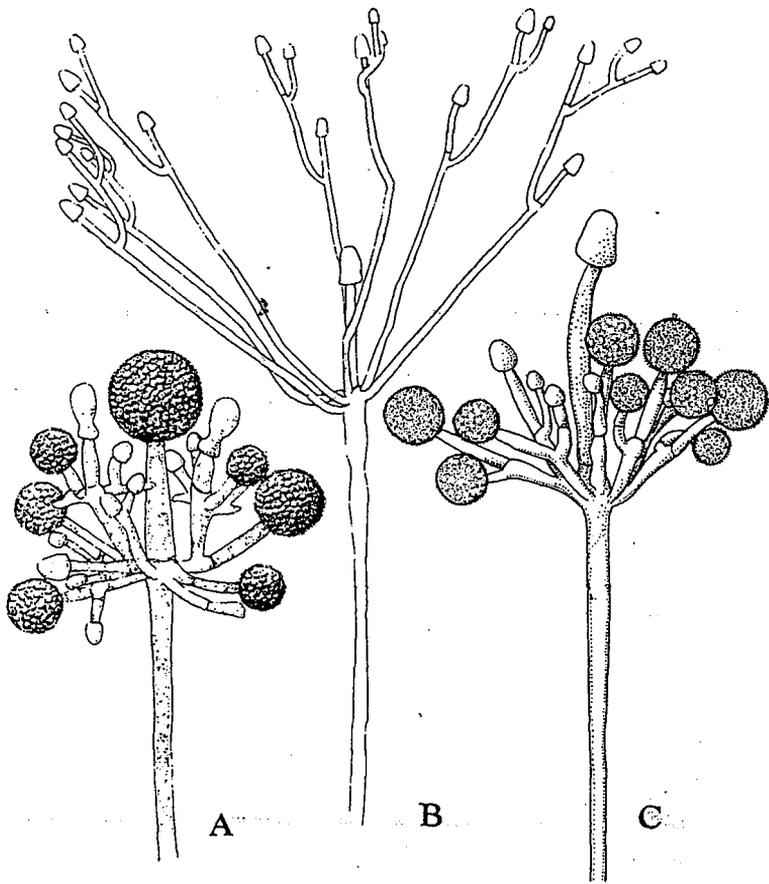


Abb. 24. *Actinomucor elegans*; Sporangienträger mit Sporangien bzw. Columellen (n. Indoh 1962)

Nach Zach (1933) wächst der Pilz noch bei 6°C, sein Optimum liegt etwa bei 25°C; bei 30°C ist er bereits stark gehemmt. Der Pilz vergärt Saccharose, Dextrose, Lävulose gut, Maltose und Galactose schwach, Lactose nicht. Gelatine wird bereits nach 3 Tagen verflüssigt, Stärke wird verzuckert und Milch wird zum Gerinnen gebracht. Auch werden Säuren gebildet.

Benjamin & Hesselaine (1957) testeten 5 Stämme auf Ausnutzung von N-Quellen. Nitrat, Ammonium und Harnstoff wurden verwertet. Nach Lockwood (1936) wird NaNO_3 als N-Quelle nicht verwertet. Kulturen wuchsen erst, wenn $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dem Medium zugesetzt wurde.

Rußland, Taubenmist (Schostakowitsch 1898), Erde (Raillo 1929, Khalabuda 1958, Kyrlyenko 1965, Teternikova-Babayana & Abramyan 1966); Deutschland (Eidam 1883), keimendes Getreide (Reinhardt 1925), Erde (Rehm & Rehm 1953, Muskat 1955); England (Dale 1914, Warcup 1951); Frankreich (Bainier 1903, Ling-Young 1930); Italien (Zach 1933), Termitennester (Ribaldi 1956); Jugoslawien (Pišpek 1929); Österreich, Erde (Kubiena 1932, Zach 1933); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Schweiz (Lendner 1910); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); China (Ou 1940); Indien (Chand 1937, Subramanian 1952); Israel (Zach 1933, Rayss 1945, Rayss & Borut 1958); Japan (Indoh 1962 b); USA. (Jensen 1912, Waksman 1917, Abbott 1923, 1926, Le Clerg & Smith 1928, Le Clerg 1930, 1931), in Kansas, Luftkeim (Kramer et al. 1960); Kanada (Bisby et al. 1933); Ägypten (Ragab 1956); Tunesien (Muskat 1955); Australien (Warcup 1957).

VII. PHYCOMYCES Kunze 1823

Mycol. Hefte 2, 113

Substratmycel reichlich verzweigt, oft gelblich gefärbt. In jungen Kulturen werden typische primäre Kurztriebe gebildet, die etwa 1 mm hoch und unverzweigt sind und kleine Sporangien tragen (nach Benjamin & Hesseltine 1959 besonders bei *Ph. nitens*). Sporangienträger nicht verzweigt, nur gelegentlich ein Seitenzweig kurz unter dem Sporangium. Die großen Sporangien zerfließen leicht und hinterlassen eine große Columella. Sporen kugelig bis länglich. Ein wesentliches Gattungsmerkmal ist die Art der Zygotenbildung. Die Zygoten entstehen an zangenförmig gebogenen Suspensoren, die ihrerseits eine große Anzahl dichotom verzweigter dornenartiger Fortsätze ausbilden.

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Sporen kugelig | 1. <i>Ph. microsporus</i> |
| Sporen oval bis zylindrisch | (2) |
| 2. Sporen 8 - 12 μ | 2. <i>Ph. blakesleeana</i> |
| Sporen 15 - 30 μ | 3. <i>Ph. nitens</i> |
| Sporen 21 - 54 μ | 4. <i>Ph. agaricola</i> |

1. *Phycomyces microsporus* van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 64 (keine Abb.).

Schnellwüchsig, Rasen 3 - 5 cm hoch. Träger einfach, aufrecht, metallisch grün, wie bei *Ph. nitens* an der Basis mit ein bis zwei fingerähnlichen, sterilen Anhängseln oder wurzelartig verzweigt. Junge Sporangien gelblich, ältere schwarz, Wand rau, zerfließend. Columella zylindrisch in der Mitte etwas eingeschnürt, mit gelborangefarbigem, granulärem Inhalt. Sporen kugelig, etwas unregelmäßig, in Masse gelblich, 8 μ . Zygoten kugelig, bei der Reife schwarz, etwa 125 μ . Suspensoren dunkel, mit je 3 schwarzen, gabelig geteilten Dornfortsätzen.

Nach Zycha (1935) wahrscheinlich nur eine Kümmerform von *Ph. blakesleeanus*.

Christenberry (1940) hat (+) und (-) Stämme isoliert. Nach Benjamin & Hesselstine (1959) hatte er jedoch wahrscheinlich *Ph. blakesleeanus* vor sich.

Auf Pferdemist (van Tieghem 1875).

2. *Phycomyces blakesleeanus* Burgeff 1925

Flora 18, 42 (Abb. 1, 2 Abb. auch bei Ling-Young 1930, Grehn 1932, Benjamin & Hesselstine 1959) Abb. 25

Sehr ähnlich *Ph. nitens*. Sporangien werden gebildet, nachdem die Träger wenigstens 1 cm lang geworden sind. Sporangien hyalin oder gelb, bei der Reife dunkelolivgrün bis schwarz, zerfließend, 500 - 1000 μ . Columella kugelig bis zylindrisch, langgestreckt, manchmal in der Mitte eingeschnürt, glatt, mit oder ohne Kragen, 100 - 225 x 150 - 300 μ (auch bis über 400 μ). Sporen oval bis länglich-ellipsoidisch, 5 - 7,5 x 8 - 13 μ . Substratmycel oft mit großen, dünnwandigen, terminalen oder interkalaren Riesenzellen. Zygoten 400 - 500 μ . Suspensoren hyalin bis hellbraun an der Basis, nach der Zygote hin zunehmend dunkler bis schwarz. Dornfortsätze an der Basis 25 - 50 μ dick. Heterothallisch.

Die markantesten Unterschiede gegenüber *Ph. nitens* sind die größeren Zygoten und die kleineren Sporen.

Im Gegensatz zu *Ph. nitens* bildet *Ph. blakesleeanus* noch bei 25 - 26°C Zygoten aus. Robbins & Schmidt (1945) erhielten auf einem Glucose-Asparagin-Medium bei 26°C nur nach Zugabe neutralisierter Proteinhydrolysate oder organischer Säuren reife Zygoten. Die Hydrolysate bzw. Säuren hatten eine puffernde Wirkung.

Ph. blakesleeanus wurde früher unter dem Namen "*Ph. nitens*" im CBS und in vielen Instituten kultiviert und zu physiologischen Versuchen herangezogen. Als Burgeff (1925) einen *Phycomyces* fand, der besser mit der Diagnose von van Tieghem & Le Monnier (1873) übereinstimmte, erhob er den bis dahin fälschlicherweise als *Ph. nitens* bezeichneten Pilz zu einer neuen Art.

Ph. blakesleeanus wurde wegen seiner sehr ausgeprägten Lichtempfindlichkeit, seines schnellen Wachstums und der guten Zygotenbildung zu einem klassischen Objekt der Pflanzenphysiologie (vgl. u. a. Carlile 1965). Über die Hydroxylierung von Steroiden siehe Wettstein (1955), über Karotin Schopfer (1935), Bünning (1937 b, c), Burnett (1956). Wegen seiner Aneurinbedürftigkeit wird *Ph. blakesleeanus* als Test-Mikroorganismus für Aneurin benutzt (ausführliche Anweisung bei Lilly & Barnett 1951).

Genauere Kenntnisse über die Sexualität dieses Pilzes verdanken wir eingehenden Untersuchungen von Burgeff (1912 - 1918). Über die Extraktion von Gomonen s. Plempel (1957, 1963 b).

Der Fundort von Burgeffs Pilz ist unbekannt. Indien, Schakalkot (B. S. Mehrotra 1967); USA., Dung (Benjamin & Hesselstine 1959).

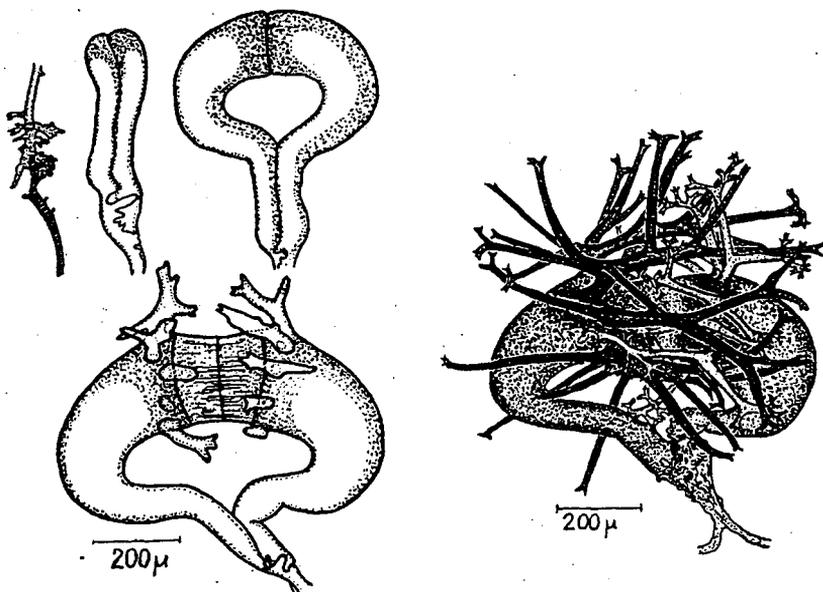


Abb. 25. *Phycomyces*, Kopulationsstadien; links: *Ph. blakesleeanus*; rechts: *Ph. blakesleeanus* x *Ph. nitens*; (n. Burgeff 1924 u. 1925 aus Zycha 1935)

3. *Phycomyces nitens* Kunze 1823

in Kunze & Schmidt, Mykol. Hefte, 2, 113 (Abb. 9 a - e; Abb. auch bei van Tieghem & Le Monnier 1873, Kunze 1823, Bainier 1882, Burgeff 1925, Benjamin & Hessel tine 1959)

Mucor nitens Sprengel 1827, Syst. Veg. 4, 539

Ph. splendens Fries 1832, Syst. Myc. 3, 308

Byssus olivacea Winch 1838, Trans. Nat. Hist. Soc. Northumberland. Durham a. Newcastle/Tyne 2, 121 (fide Benjamin & Hessel tine 1959)

Periconia phycomyces Bonorden 1851, Handb. allg. Myc. S. 113

Mucor phycomyces Berkeley 1860, Outl. Brit. Fung. S. 29, 407

Mucor romanus Carnoy 1870, Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 9, 162

Mucor violaceus Brefeld 1881, Bot. Unters. Schimmelpilze 4, 56, 92 (fide Benjamin & Hessel tine 1959)

Ph. nitens (Agardh) Schröter 1886, in Cohn Kryptog. Fl. Schlesien 1, 209

Ph. pirottianus Morini 1896, Malpighia 10, 89 (fide Benjamin & Hessel tine 1959)

Ph. splendens Fries emend. Bainier 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 166

(?) *Ph. spinulosus* Morini 1914, Acad. Sci. Inst. Bologna, 6. ser. 10, 301 (fide Benjamin & Hessel tine 1959)

Schnellwüchsig, R a s e n wenigstens 4 - 5 cm hoch, doch auch 20 cm erreichend, dunkelgrün bis olivgrau, später braun. Sporangienträger vom Substratmycel kommend, oft von etwas aufgeblähten gelbbraunen Regionen, welche den Trophocysten (Wurzelblasen, Stielblasen) von *Pilobolus* ähneln und einen Durchmesser von 50 - 90 μ haben, stahlblau oder blaugrün, an der Basis gelblichbraun, feinstreifig, mit zahlreichen Tropfen an den Wänden, unter dem Sporangium etwas eingeschnürt, positiv phototropisch, 35 - 200 μ dick. Kurze Träger wechseln ab mit langen. S p o r a n g i e n werden bereits gebildet, wenn die Träger noch sehr kurz (2 - 4 mm) sind, gelb oder gelborange, bei der Reife im reflektierten Licht olivgrün, schwarz im durchgehenden Licht, kugelig, glattwandig, 140 - 500 μ . Wände der größeren Sporangien zerfließend. Die kleinsten C o l u m e l l e n sind abgeflacht, die größten birnförmig; Zwischenstufen kegelförmig, glockig oder zylindrisch. Columella glatt, hellbraun, mit granulärem Inhalt, mit Kragen, 50 - 200 x 60 - 290 (bis 230 - 340) μ . S p o r e n glatt, hyalin, mit schwach gelbgefärbtem Inhalt, länglich ellipsoidisch bis oval, seltener kugelig oder nierenförmig, 6,5 - 17 x 10,5 - 30 μ . Substratmycel ohne Gemmen, aber mit geschwollenen, dünnwandigen Regionen in den Seitenzweigen der Haupthyphen. Z y g o t e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar bei 15 - 20°C, aber nicht bei 7° oder 24°C, direkt über der Agaroberfläche, zwischen gleich großen, zangenförmigen Suspensoren, schwarz, kugelig, schwach warzig, unter dem Deckglas leicht zerbrechend, 250 - 350 μ . Progametangien hyalin mit gelb-orangefarbigem Inhalt, an der Basis verschlungen, ursprünglich nebeneinanderstehend, dann auseinandergetrieben mit Ausnahme der Spitzen. Suspensoren gleich, hyalin bis hellgrau oder rötlich, glattwandig, mit gabelig geteilten Dornfortsätzen. Fortsätze an der Basis 25 - 35 μ dick, 150 - 450 μ lang. Heterothallisch.

Benjamin & Hesseltine (1959) stellten fest, daß in flüssigen Medien ein höherer Anfangs-pH-Wert die Zygotenbildung begünstigt. Über die Bildung von Indolylessigsäure s. Cochrane 1958, über Karotin s. Goodwin & Griffiths 1952 a, b. Wie *Ph. blakesleeana* benötigt der Pilz Aneurin zum Wachstum (Leonian & Lilly 1938).

In Ölmühlen und auf deren Abfällen (Kunze & Schmidt 1823); Kaninchen- und Rattenmist (van Tieghem 1873); Deutschland, Kakaoreste (Burgeff 1925), Hasen-, Kaninchenmist (Reinhardt), Erde (Johann 1932); Holland (Oudemans 1902); Rußland, Mutterkorn (Bainier 1903); Schweiz (Kraft 1960); Tschechoslowakei, Erde (Niethammer 1933); USA. (Sumstine 1910, McElroy et al. 1952); Benjamin & Hesseltine (1959) hatten ihre Isolierungen von Kaninchenkot, Buchenwaldstreu, Bohnen, Kokosnußmehl, sowie von verschiedenen Substraten in England, Frankreich, Irland, Japan, USA., Kanada.

4. *Phycomyces agaricola* Boedijn 1958

Sydowia, Ann. Mycol. 2. ser. 12, 335 (Abb. 5).

Substrat- und Lufthyphen hyalin, verzweigt, 7 - 20 μ dick. Sporangienträger 1 bis 2,5 cm hoch, Basis angeschwollen, nach der Spitze zu sich verjüngend, 84 - 140 μ dick an der Basis, 65 - 100 μ in der Mitte, blaßbraun, manchmal mit Septen an der Basis. Sporangien kugelig, erst gelb, später nahezu schwarz, 150 - 400 μ . Sporangienwand glatt, zerbrechend. Columella halbkugelig oder zylindrisch, mit breit abgerundeter Spitze, manchmal etwas birnförmig, schmutzigbraun, 96 - 182 x 100 - 208 μ . Sporen sehr unregelmäßig, meist lang zylindrisch, mit abgerundeten Enden, manchmal ist eine Seite abgeflacht oder die Sporen sind etwas gebogen, hyalin, in Masse schmutziggelb, mit granulärem Inhalt, 7 - 17 x 21 - 54 μ .

Der Autor hat den Pilz anscheinend nicht in Reinkultur untersucht. Er fand ihn auf faulenden Agaricaceen in Java.

Unsichere Art, möglicherweise zu *Spinellus* gehörend.

VIII. SYZYGITES Ehrenberg 1818

Sylvae Mycol. Berol. S. 25

Sporodinia Link 1824, Spec. Plant. 6, 94

Azygites Fries 1832, Syst. Myc. 3, 330 (fide Fischer 1892)

(?) *Hildebrandiella* Naumov 1917, Clés Mucor. 1939, S. 59 (Hesseltine 1957).

Diese große Mukorinee ist leicht kenntlich an dem dichotomen Aufbau der Sporangien- und Zygotenträger. Sporangien endständig an bis 8mal gabelig geteilten Trägern. Columella ohne typische Form, meist nur eine Verlängerung des Sporangienträgerzweiges. Sporen kugelig oder oval. Gemmen unbekannt. Zygoten werden homothallisch an gabelig geteilten Trägern gebildet. Suspensoren ohne auffallende Auswüchse.

Die Sporangienform wurde unter dem Namen *Sporodinia* beschrieben, die Zygotenform als *Syzygites*. Nach Hesseltine (1957), der sich eingehend mit diesem Pilz befaßte, entspricht der Name *Syzygites* den Nomenklaturregeln.

Nur eine Art bekannt.

Syzygites megalocarpus Ehrenberg 1818

Sylvae Myc. Berol. S. 25 (Abb. bei Klebs 1898, Lendner 1908, Zycha 1935) Abb. 26

S. megalocarpus Ehrenberg ex Fries 1832, Syst. Myc. 3, 329

Sporodinia grandis Link 1824, Spec. Plant. 6, 94

Mucor dichotomus Brefeld 1881, Bot. Unters. Schimmelpilze 4, 95.

Betreffs der zahlreichen übrigen Synonyme siehe Hesseltine 1957.

Schnellwüchsig, Rasen anfangs weiß, später grau, im Alter braun. Sporangienträger vom Substrat kommend, aufrecht, später kollabierend, hyalin bis hellbraun, phototropisch, oft septiert, glattwandig, manchmal feinstreifig, 4 - 5 cm lang, bis 72 μ dick. Bis zu 8mal dichotom verzweigt; die Enden sind unter den Sporangien oft bis zu 62 μ angeschwollen und bis zu 250 μ lang. Sporangien 50 - 150 μ , gelb, dann grau im reflektierten Licht, kugelig bis leicht abgeflacht, mit wenigen Sporen. Sporangienwand sehr zart und leicht zerfließend, so daß die großen Sporen wie Glaskugeln stets zu sehen sind. Columella meist nur die Fortsetzung des Sporangienträgerzweiges, oft von den Sporen etwas eingedrückt, ohne Kragen, 20 - 130 μ breit. Sporen glatt, kugelig, z. T. kantig, bis kurz oval, hyalin bis hellbraun, 10 - 25 (-43) μ . Zygotenträger vom Substrat kommend, 20 - 36 μ dick, wiederholt gabelig verzweigt, in der Nähe der Zygote dunkelbraun, an der Spitze 5 μ dick. Zygoten dunkelbraun bis schwarz, rauh (stumpfe Fortsätze nicht länger als 5 μ) bis nahezu glatt, kugelig, bis 375 μ . Suspensoren gleich groß, braun, 112 - 175 μ dick. Gelegentlich werden Azygoten (bis 160 μ) ausgebildet. Homothallisch. Gemmen nicht beobachtet. Bei 32°C kein Wachstum.

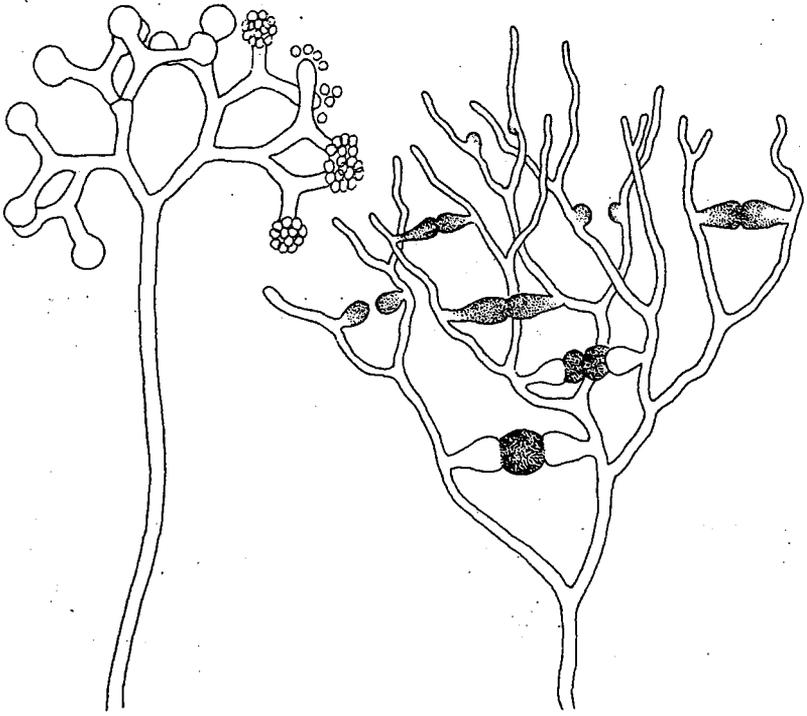


Abb. 26. *Syzygites megalocarpus*; links: Sporangienträger mit unreifen Sporangien und Sporen (Sieppmann); rechts: Zygotenträger (n. Bonorden aus Fischer 1892)

Auf Malzagar stellte Hesseltine unter normalen Temperaturbedingungen gute Zygoten- (und Sporangien-)bildung fest. Auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar bildeten 5 Stämme bei 7°C innerhalb eines Monats Zygoten. Allgemein trat jedoch die Zygotenbildung auf einem bestimmten Medium nicht mit Sicherheit ein, niedrigere Temperaturen schienen sie zu begünstigen. Eine langsamwüchsige Mutante mit abortiven Sporangien bildete keine Zygoten. Nach Klebs (1898, 1899, 1900) begünstigt höhere Nährstoffkonzentration die Zygotenbildung. Von uns isolierte Stämme bildeten Zygoten auf Agar mit 6 % und 10 % Malz, auf Agar mit 3 % Malz wurden nur Sporangien gebildet (vgl. auch Poff 1965).

Meist auf Hutzpilzen. Deutschland (Zycha 1935, 1967); Holland (Oudemans 1902); Frankreich (Ling-Young 1930); Galizien (Namyslowski 1910 b); Norwegen (Hagem 1908); Schweiz (Lendner 1908); USA. (Hesseltine 1957); Kanada (Sumstine 1910, Bisby et al. 1929).

Unsichere Gattung:

Sporodiniella Boedijn 1958

Sydowia, Ann. Mycol. 2. Ser. 12, 336 (Fig. 6)

Sporodiniella umbellata Boedijn 1958

Sporangienträger aufrecht, bis 1,2 cm lang, doldig verzweigt, Enden dichotom geteilt wie bei *Syzygites*, doch trägt jeweils nur ein Endzweig ein Sporangium. Sporangien kugelig, braun, 28 - 50 μ , mit zerfließender Wand. Columella kugelig, mit Apophyse, ohne Kragen, 17 - 32 μ . Sporen hyalin, kugelig bis länglich oder etwas kantig, glatt, 4 - 8 μ .

In Sumatra auf den Überresten eines Insektes.

IX. RHIZOPUS Ehrenberg 1820

Nova Acta Acad. Leop. 10, 1, 198.

Der Pilz bildet im Substrat ein weit verzweigtes Mycel, dem die Sporangienträger nur in seltenen Fällen einzeln direkt entspringen. Diese entstehen vielmehr an Ausläufern, welche oft mit kleinen Wassertröpfchen bedeckt sind und als lockerer, niedriger spinnwebartiger Rasen das Substrat überziehen, so daß der Pilz bereits mit freiem Auge erkennbar ist. Haben die Ausläufer eine gewisse Länge erreicht, so gehen aus ihnen die Sporangienträger hervor. Trifft die Spitze auf eine feste Unterlage, etwa auf das Substrat oder auf die Wand des Kulturgefäßes, so werden an dieser Stelle Rhizoiden ausgebildet und die meist unverzweigten Sporangienträger entstehen in büscheliger Anordnung, anfangs mit heller, später mit dunkelbrauner Membran. Trifft der Ausläufer nicht auf eine feste Unterlage, so entsteht an seinem Ende eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Anschwellung, an der die, hier manchmal auch verzweigten, Sporangienträger gebildet werden. Manche Arten neigen sehr stark zur Rhizoidenbildung, andere kaum. Die Ausbildung der Rhizoiden hängt bei allen Arten von den Außenbedingungen ab, ein Umstand, der leicht zu Täuschungen führt.

Sporangien meist ziemlich groß, anfangs weiß, in reifem Zustand schwarz, trocken dunkelgraubraun. Die Sporangienwand zerfließt zwar meist leicht, doch fließen in älteren Rasen die Sporen nie derart zusammen, wie dies bei den meisten *Mucor*-Arten der Fall ist. Columella braun, kugelig oder halbkugelig, stets mit deutlicher Apophyse, der das ganze Sporangium wie ein Hut scheinbar aufsitzt. Verliert die Columella ihren Turgor, so wird dies noch deutlicher. Sporen kugelig oder oval, meist unregelmäßig eckig, in trockenem Zustand mit starken Längsfalten des Exospor, die bei der Quellung in Wasser immer mehr vergehen, so daß sie als

Artmerkmal nur beschränkt gewertet werden können. Mycelgemmen werden von einzelnen Arten gebildet, Sproßgemmen sind nicht bekannt. Zygoten wurden bei mehreren Arten beobachtet; sie sind den *Mucor*-Zygoten sehr ähnlich.

Die meisten Arten kommen als Fäulniserreger auf Früchten und anderen Vegetabilien vor, vermögen jedoch unverletzte Pflanzenteile nicht anzugreifen.

Einzelne Arten sollen für Mensch und Tier pathogen sein. Eine große Rolle spielt die Gattung *Rhizopus* im fernen Osten, wo viele Arten zu Verzuckerung oder Vergärung von Gramineenfrüchten oder Leguminosensamen herangezogen werden. Einige Arten dienen auch zur biologischen Darstellung von gewissen organischen Säuren (vgl. Lilly & Barnett 1951).

Von allen *Mucorineen* ist die Gattung *Rhizopus* in physiologisch-chemischer Hinsicht am eingehendsten untersucht. Dies bedingte, daß zahlreiche Arten aufgestellt wurden, die morphologisch kaum untereinander abzugrenzen sind und die man wohl zweckmäßiger als "Rassen" bezeichnet (vgl. Zycha 1935).

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Homothallische Arten | (2) |
| Heterothallische Arten | (3) |
| 2. Sporen bis zu 8 μ lang, Zygotensuspensoren ungleich groß 1. Rh. homothallicus (S. 76) | |
| Sporen bis zu 17 μ lang, Zygotensuspensoren gleich groß | 2. Rh. sexualis (S. 76) |
| 3. Sporen 3 - 4 μ lang | 3. Rh. microsporus (S. 77) |
| Sporen länger | (4) |
| 4. Sporangien nickend | 4. Rh. circinans (S. 77) |
| Sporangien aufrecht | (5) |
| 5. Sporen mehr oder weniger gestreift | (6) |
| Sporen dichtstachelig | 5. Rh. echinatus (S. 78) |
| 6. Die mit Rhizoiden versehenen Sporangienträger zart, bis 1 mm hoch, Wachstumsoptimum über 30°C | (7) |
| Die mit Rhizoiden versehenen Sporangienträger derb, 2 - 4 mm hoch | (8) |
| 7. Sporen 7 - 12 μ | 6. Rh. oligosporus (S. 78) |
| Sporen 5 - 7 μ | 7. Rh. arrhizus (S. 79) |
| | 8. Rh. cohnii (S. 81) |
| 8. Sporen 7 - 9 μ , bis 37° gutes Wachstum, Gemmen vorhanden .. | 9. Rh. oryzae (S. 82) |
| Sporen 10 - 20 μ , bei 37° kein Wachstum, keine Gemmen .. | 10. Rh. nigricans (S. 82) |

1. *Rhizopus homothallicus* Hesselstine & Ellis 1961

Mycologia 53, 419 (Abb. 13, 14)

Schnellwüchsig, R a s e n bis 1 cm hoch, erst weiß, dann grau bis olivgrau. Sporangienträger 5 - 30 μ dick, an Stolonen mit oder ohne Rhizoiden, etwa bis 2 mm lang, hyalin bis braun, oft direkt unter dem Sporangium dichotom verzweigt, sonst unverzweigt. Sporangien kugelig, grauschwarz im reflektierten Licht, Apophyse schwarz, 26 - 140 μ . Sporangienwand zerbrechend. C o l u m e l l a 14 - 78 x 18 - 83 μ , nahezu kugelig, hellgrau bis bräunlich, glattwandig, z. Z. mit Kragen. S p o r e n 4,5 - 8 μ , kugelig bis kurz oval, auch kantig, gestreift. Gemmen 15 - 36 μ , interkalar. Z y g o t e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar 40 - 104 μ , kugelig, hellbraun bis dunkelgelbbraun, im Luftmycel verstreut. Fortsätze bis 8 μ lang, bis 10 μ an der Basis, stumpf oder spitz, manchmal an den Enden umgebogen. Suspensoren ungleich groß wie bei *Zygorhynchus*, hyalin bis goldgelb oder bräunlich; der große Suspensor nahe der Zygote fast kugelig, abrupt schmaler werdend, 32 - 70 μ Durchmesser, der kleinere 20 - 36 μ , glatt, hyalin bis hellbraun, kurz, gerade, an der Basis oft mit einem Fortsatz. Homothallich. Gutes Wachstum und gute Zygotenbildung bei 37°C.

Guatemala, Indien, Erde (Hesselstine & Ellis 1961, Rai & Tewari 1962, B. S. Mehrotra 1967).

Rh. homothallicus var. *indica* B. S. Mehrotra (1967) dürfte = *Rh. sexualis* sein, doch wächst er noch bei 37°C.

2. *Rhizopus sexualis* (Smith) Callen 1940

Ann. Bot. N. S. 4, 793 (Abb.; Abb. auch bei Hesselstine & Ellis 1961).

Mucor sexualis Smith 1939, *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 22, 252

Schnellwüchsig; bis 0,5 cm hoher, grauer R a s e n , untermischt mit weißen Partien. Sporangienträger bis 30 μ dick, von Stolonen gegenüber Rhizoiden kommend, aufrecht, braun, z. T. dichotom verzweigt. Sporangien 50 - 160 μ , erst weiß, dann schwarz, aufbrechend. C o l u m u l l a kugelig 30 - 70 μ , oval bis 122 x 132 μ , blaugrau, z. T. mit Kragen. S p o r e n 4,5 - 11 (-17) μ , kugelig, auch kantig, kurz oval bis unregelmäßig, gestreift. Gemmen unbekannt. Z y g o t e n auf Malzagar 70 - 175 μ , kugelig, schwarz, mit stumpfen, bis 6,5 μ langen Fortsätzen. Suspensoren 60 - 93 μ , gleich groß, kugelig bis eiförmig, braun. Zygotenträger bis 16 μ dick. Zuweilen werden braune bis schwarze 60 - 100 μ große Azygoten gebildet. Homothallich. Bei 37°C kein Wachstum, dies und die gleich großen Suspensoren unterscheiden die Art von *Rh. homothallicus*.

England, verfaulte Erdbeere (Smith 1939).

Rh. sexualis var. *americanus* Hesseltine & Ellis 1961 hat etwas kleinere Sporangien (40 - 75 μ), unverzweigte Sporangienträger, Sporen mit undeutlicher Streifung, größere Zygoten (bis 235 μ) und Riesenzellen im Substratmycel. 1960 von Kramer et al. als Luftkeim über Kansas gefunden und als *Rh. sexualis* bezeichnet.

3. *Rhizopus microsporus* van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 83 (Abb. 46 48; Abb. auch bei Oudemans 1902, Constantin & Lucet 1903).

Rh. minimus van Tieghem 1875, Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 84

Mucor speciosus Oudemans 1902, Arch. Néerl. Sci. Nat. 2. sér. 7, 270

Rh. speciosus (Oud.) Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 125 (fide Zycha 1935)

Rh. equinus Costantin & Lucet 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 202 (fide Zycha 1935)

Rasen anfangs weiß, dann grau. Ausläufer zickzackförmig. Sporangienträger einzeln, seltener zwei oder drei beisammenstehend, braun, unverzweigt, 0,1 - 0,6 mm hoch; Sporangien 50 - 120 μ . Sporen 3 - 4 μ , kugelig oder kantig, mehr oder weniger gestreift. Gemmen gelegentlich; Zygoten unbekannt. Von *Rh. nigricans* durch die geringere Größe zu unterscheiden.

Frankreich, Holland (van Tieghem 1875, Oudemans 1902, Ling-Young 1930); China (Ou 1940); Nordafrika, Erde (Killian & Feher 1935, Muskat 1955).

4. *Rhizopus circinans* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 369 (Abb. 69 - 73; Abb. auch bei Bainier 1882).

Rh. reflexus Bainier 1882, Thèse, S. 68 (fide Zycha 1935)

Rh. reflexoides Philippow 1926, Bolezni Rastenie 4,

Ausläufer wie bei *Rh. nigricans*. Sporangienträger in Büscheln zu vier oder fünf, nach van Tieghem nur 0,2 mm, nach Bainier 2 - 2,5 mm, nach Zycha (1935) 0,5 - 1,4 mm hoch, somit sehr variabel. Im Gegensatz zu *Rh. nigricans* zeichnen sich hier die Sporangienträger durch eine graubraune Färbung aus. Sporangien 140 - 280 μ , grau, mit zerfließender Wand, in der Jugend stark abwärts gekrümmt. Columella kugelig, glatt, bräunlich. Sporen rundlich, etwas kantig, nur schwach gestreift, nach van Tieghem 5 - 6 μ , nach Bainier 8,4 - 10,5 μ lang, nach Zycha 5 - 8 μ . Heterothallisch. Zygoten wie bei *Rh. nigricans*.

Frankreich, Dattelkerne (van Tieghem 1876), faulende Arumblätter (Bainier 1882), Erde (Ling-Young 1930); Deutschland, feuchte Pflanzenteile (Zycha 1935); Algerien (Scharff & Catanei 1944); Tunesien (Muskat 1955).

Nahestehende Arten, die einer genaueren Abgrenzung bedürfen:

Rh. alpinus Peyronel 1913 (1914?) I germi atmosferici dei funghi con micelio; Diss. Padova.

Rasen grau; Stolonen, keine Rhizoiden; Träger gerade oder gekrümmt, einzeln oder in Gruppen zu 2 bis 5, 6 - 16 x 100 - 250 μ , nahe der Spitze breiter als an der Basis; Sporangien 90 - 150 μ . Columella kugelig, 25 - 40 μ , oder birnförmig, 36 - 45 x 40 - 50 μ ; Sporen kugelig oder kantig, 2 - 5 μ , schwachbraun, in Masse schwarz.

Rh. betavorus Newodowski 1928, Naoutschnyie zapiski po sachornoi promychlennosti 6. Träger zu zwei bis drei, auch einzeln, mit Anschwellungen, Sporangien z. T. nickend. Rhizoiden schwach entwickelt. Sporangien 55 - 125 μ , Columella 60 x 60 μ ; Sporen wenig gefärbt, 4,5 - 6 x 4,5² 7,7 μ ; Rasen 5 - 10 mm hoch.

5. *Rhizopus echinatus* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 370 (Abb. 64 - 68).

Von *Rh. nigricans* nur durch die dichtstachelige Oberfläche der kugeligen, etwa 15 μ großen Sporen unterschieden; sehr zweifelhafte Art.

Auf toten Fliegen.

6. *Rhizopus oligosporus* Saito 1905

Zbl. Bakt. II, 14, 632 (Abb. 1 - 7).

Unter diesem Namen sind vier Gärungspilze zusammengefaßt, die *Rh. arrhizus* und *Rh. cohnii* sehr nahe stehen. Ausläufer und Rhizoiden schwach ausgebildet, kugelige Anschwellungen, an welchen die Sporangienträger entspringen, fehlen. Sporen kugelig bis oval, hyalin bis schwachgrau, 7 - 10 μ (nach Boedijn 1958 auch bis 24 μ), mit glatter Oberfläche. Gemmen reichlich.

Wächst gut auf Reis, schlechter auf Saccharose, Laktose, Inulin. Optimum bei 30 - 35°C. Über proteolytische Enzyme s. Wang & Hesseltine (1965), über Lipasen Wagenknecht et al. (1961).

In chinesischem "Reiskuchen", welche als Gärungserreger dienen (Saito 1905); Indonesien, auf "Tempehkuchen", welche aus Samen von Sojamax (*Glycine max*) bereitet werden (Boedijn 1958); nach Hesseltine (1965) ist *Rh. oligosporus* entscheidend an der Fermentation der Sojanahrung beteiligt; ferner in "Bungkil" (Rinderkuchen) und in Tabak während der Fermentation.

Rh. chlamydosporus Boedijn 1958 bildet nur wenige Büschel von abortiven Sporangienträgern, die statt des Sporangiums eine leere Blase tragen. Das ganze Mycel wird in extrem dickwandige Chlamydosporen umgebildet.

Nahestehende Arten, die einer genaueren Abgrenzung bedürfen:

Rh. delemar (Boidin) Wehmer & Hanzawa (bei Hanzawa 1912) (Abb. bei Hanzawa 1912, Taf. I, II; Usami 1914)

Sporen ungleich, eckig, gestreift oder glatt, 4,1 x 4,8 bis 9,1 x 11,4 μ . Gemmen häufig. Der Pilz spielt beim "Amyloverfahren" zur Gewinnung von Alkohol aus Stärke eine

Rolle. Optimales Wachstum bei 25 - 30°C. Minimum bei 12°, Maximum bei 42°C. Diastase und Alkohol werden reichlich produziert (Usami 1914, Phillips & Caldwell 1951 a, b).

Rh. tamari Saito 1907

Sporen kugelig, 6 - 8 μ , oder länglich 4 - 8 x 6 - 12 μ . In japanischem Soja-"Koji".

Rh. pygmaeus Naumov 1935

Rasen auf Agar 0,3 mm, auf Reis 2 - 3 mm hoch, grau, Sporangienträger 0,2 mm hoch, 8 - 12 μ dick. Sporangien 58 - 82 μ . Columella birnförmig, 27 - 55 x 30 - 74 μ . Sporen 4,5 - 9,6 x 6 - 6,9 μ .

7. Rhizopus arrhizus Fischer 1892

Rabenhorst Kryptog. Fl. 1, 233 (Abb. bei Lendner 1908, Hagem 1908, van Beyma 1931) Abb. 27, 28

Rh. nodosus Namyslowski 1906, Bull. Acad. Sci. Cracovie (fide Zycha 1935)

Rh. ramosus Moreau 1913, Bull. Soc. Bot. France 60, 220

Rh. maydis Bruderlein 1917, Bull. Soc. Bot. Genève 2. sér. 9, 108

Mucor arrhizus (Fischer) Hagem 1908, Norweg. Mucor. S. 37

Mucor norvegicus Hagem 1908, Norweg. Mucor. S. 39

(?) Rh. pusillus Naumov 1929, Clés Mucor. 1939, S. 72 (fide Zycha 1935)

Rh. bovinus van Beyma 1931, Verh. K. Ak. Wetensch. Amsterdam 2. Sect. 29, 38 (fide Zycha 1935).

Rasen erst weiß, später durch die Sporangienträger bräunlich gefärbt. Sporangienträger auf fester Unterlage an Ausläufern mit Rhizoiden; in großer Menge auch ohne Unterlage, dann jedoch an knotigen Verdickungen der Ausläufer entspringend und ohne Rhizoiden. Erstere 0,4 - 0,9 mm hoch, letztere bis zu mehreren mm lang und 10 - 30 μ dick. Sporangien anfangs weiß, später schwarz, 100 - 200 μ . Sporen oval, flachkantige Form und Streifung mehr oder weniger deutlich ausgebildet, 5 - 9 μ . Mycelgemmen gelegentlich gefunden. Zygoten nach Lendner (1908) 120 - 140 (- 180) μ , an mehr oder weniger gleichen Suspensoren.

Der Grund, warum gerade dieser Pilz unter so verschiedenen Namen in der Literatur auftritt, ist in seiner Wärmeliebe zu suchen. Er vermag bei 37°C noch sehr gut zu wachsen und zeigt die oben angegebenen Merkmale besonders deutlich bei etwa 26°C. Bei 18° werden kaum Ausläufer, Sporangienbüschel und Rhizoiden gebildet, auch sind da die Sporangien nur hellgrau und kleiner. Sporenform und -größe werden durch die Temperatur nicht beeinflusst, doch erscheinen die Sporen bei niedriger Temperatur glatter und ohne Streifung.

Über die Konversion von Stereoiden s. Murray et al. (1952) und Wettstein (1955).

Meist in Erde. Deutschland (Zycha 1935, Linnemann 1936, Krehl-Nieffer 1951, Muskat 1955); England (Dale 1912); Frankreich (Moreau 1913, Ling-Young 1930); Norwegen (Hagem 1908); Österreich (Janke & Holzer 1929); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Kyrlyenko 1965); Schweiz (Lendner 1908, Bruderlein 1917);

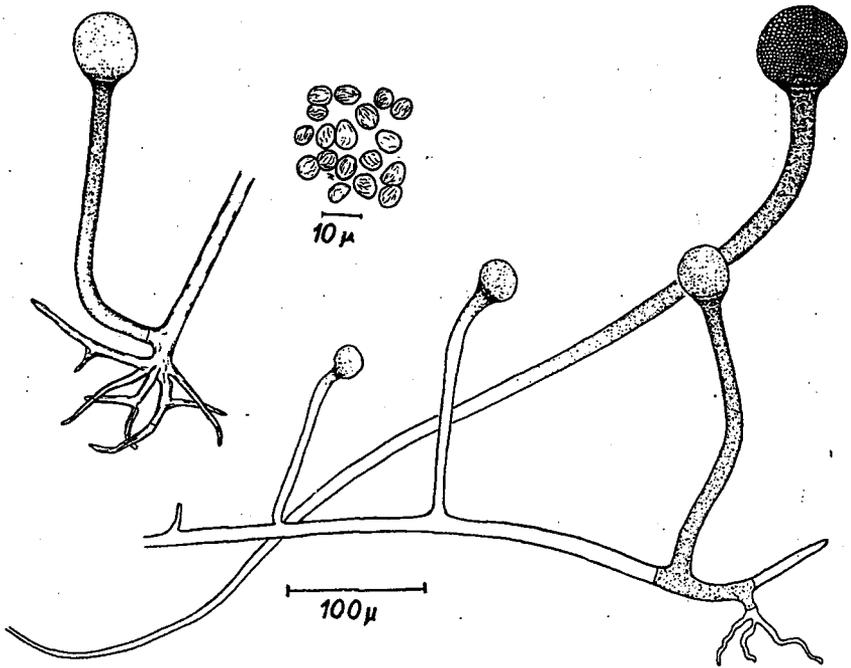


Abb. 27. *Rhizopus arrhizus*; Sporangienträger mit Rhizoiden (n. Zycha 1935)

Tschechoslowakei (Niethammer 1935); Ungarn (Namyslowski 1906); China (Ou 1940); Indien (Ajrekar & Dharmarajulu 1931, Chaudhuri & Sachar 1934, Uppal et al. 1935, Galloway 1936, Mehta 1937, Das Gupta & Bhatt 1946, Sinha 1946, Subramanian 1952, Agnihothrudu 1957, Saksena & Sarbhoy 1962, B. S. Mehrotra 1967); Irak (Al-Doory et al. 1959); USA., Pennsylvanien (Sumstine 1910, Bonner & Fergus 1959), Illinois (Swift 1929), New Jersey und Oregon (Waksman 1917), Colorado (Le Clerg 1930, 1931), North und South Carolina (Christenberry 1940, Raymond et al. 1959), Wyoming (Rall 1965), Kansas, Luftkeim (Kramer et al. 1960); Panama (Farrow 1954); Ägypten (Sabet 1935); Algerien (Scharff & Catanei 1944); Tunesien (Muskat 1955); Australien (Warcup 1957); Plum hat den Pilz von mykotischem Abortus einer Kuh isoliert (van Beyma 1931); nach Hesselstine (1965) von Tempeh (Sojanahrung) isoliert und zur Bereitung von Tempeh verwandt.

Auf faulenden Vegetabilien beobachtet: Baumwollsamenskapseln (Halisky & Satour 1964), Pfirsiche in Indien (Sinha 1946), in Kalifornien (Ogawa et al. 1963), Kartoffelweichfäule, Stengelfäule von Gurken (*Rh. nodosus*, Vasudeva 1963), Tabakfäule (Reinecke 1962, Hartill 1963), Maiskolben (*Rh. maydis*, Nemlienko 1958), Yamswurzeln (*Rh. nodosus*, Baudin 1956), Zuckerrüben (Hildebrandt & Koch 1943, Canova 1954), Erdnußfäule (Morwood 1954, Gibson & Clinton 1953), Apfelfäule (Mehta 1937, Sinha

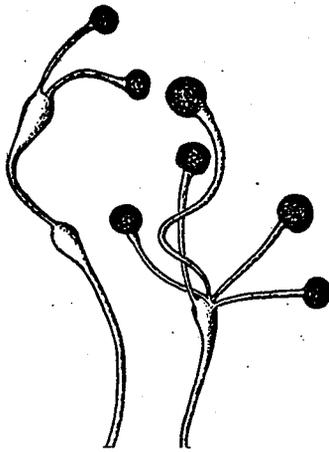


Abb. 28. *Rhizopus arrhizus*; Sporangienträger ohne Rhizoiden (n. Lendner 1908 aus Zycha 1935)

1946), Weintraubenfäule (Sinha 1946), Batatenfäule (Harter, Weimer & Lauritzen 1921), Scutellumfäule des Roggens (Köhler 1927).

Nahestehende Arten, die einer genauen Abgrenzung bedürfen:

Rh. cambodja (Chrzaszcz) Vuillemin 1902, aus chinesischer "Cambodja Hefe". *Rh. chinensis* Saito 1904 und *Rh. tritici* Saito 1904, beide ebenfalls aus "chinesischer Hefe", gut wachsend auf Reis, mit Diastasebildung, doch Laktose und Inulin nicht verwertend. *Rh. chinensis* var. *rugosporus* Nakazawa 1913.

8. *Rhizopus cohnii* Berlese & De Toni 1888

Sacc. Syll. VII, 1, 213 (Abb. bei Lichtheim 1884, Nielsen 1929).

Rh. suinus Nielsen 1929, Virch. Arch. path. Anat. 273, 859

Ras en anfangs weiß, später grauschwarz, bis 3 cm hoch. Ausläufer und Sporangienträger wie bei *Rh. arrhizus*. Sporangien schwarz, 50 - 100 μ . Sporen kugelig bis oval, 5 - 6 μ (seltener bis 9 μ), leicht kantig und gestreift. Mycelgemmen bis 40 μ lang. Diese Art unterscheidet sich von *Rh. arrhizus* nur durch ihre geringere Größe und ist wohl nur als Rasse von *Rh. arrhizus* aufzufassen.

Wachstumsoptimum etwa bei 37°C. Aus Kulturen dieses Pilzes konnte Nielsen (1930, 1931, 1932) einen Wuchsstoff isolieren, welchen er "Rhizopin" nannte. Dieser ist löslich in Wasser, Alkohol, sowie Äther und ist thermostabil, er vermag das Wachstum von Koleoptilen oder Infloreszenzschäften zu beschleunigen und das Wurzelwachstum zu hemmen (vgl. auch Bonner 1932, Dolk & Thimann 1932).

Als Krankheitserreger bei Kaninchen (Lichtheim 1884), beim Schwein (Christiansen 1922, 1929, Nielsen 1929); Deutschland, Erde (Krehl-Nieffer 1951); Österreich, Erde (Szilvinyi 1941); Irak, Erde (Al-Doory et al. 1959); Java, Sumatra, Früchte, Samen, altes Papier (Boedijn 1958).

Nahestehende Art ohne genauere Abgrenzung: *Rh. megasporus* Boedijn 1958, aus Erde in Java.

9. *Rhizopus oryzae* Went & Prinsen Geerlings 1895

Kon. Ak. Wetensk. Amsterdam 4; (Abb. bei Wehmer 1907).

Rh. achlamydosporus Takeđa (fide Hesselatine 1965)

Rh. formosaensis Nakazawa 1913, Ber. Ver. Stat. Natw. Formosa 2 (fide Hesselatine 1965)

Dieser in japanischer "Ragi-Hefe" gefundene Pilz unterscheidet sich von *Rh. nigricans* durch die etwas geringere Größe der Sporen (7 - 9 μ), durch die Bildung zahlreicher Mycelgemmen, sowie durch sein gutes Wachstum bei 30 - 40°C (s. a. Vuillemin 1902, Nakazawa 1913). Mil'ko et al. (1966) beobachteten Zygotenbildung. Boedijn (1958) hält den Pilz für identisch mit *Rh. cohnii*.

Indien (Zachariah 1949, Subramanian 1952, B. S. Mehrotra 1967); Irak, Erde (Al-Doory et al. 1959); USA., Rinderfutter (Bonner & Fergus 1959), Luftkeim (Kramer et al. 1960); Nordafrika, Erde (Muskat 1955). Auf faulenden Vegetabilien: bei Bananenfäule (Vasudeva 1963), bei Tabakfäule (Agric. Gaz. N. S. W. 73, 535, 1962), bei Erdnußfäule (Gibson & Clinton 1953), bei Zuckerrübenfäule (Gaskill & Seliskar 1952), bei Fäule von Knoblauchzwiebeln in Indien (Mathur & Sankhla 1966).

Sehr ähnlich ist *Rh. japonicus* Vuillemin 1902 (Rev. Mycol. 24) = *Amylomyces beta* Boidin, der in japanischem "Koji" gefunden wurde und nach Wehmer (1907) in Belgien, Frankreich und Ungarn zur Vergärung von Mais herangezogen wird. Nach Henneberg (1926) vermag er bis zu 5 Vol.-% Alkohol zu bilden. Sein Wachstumsoptimum liegt bei etwa 36 - 38°C. Von Raizada (1957) in Indien in Ziegenmilch gefunden. *Rh. japonicus* var. *angulisporus* Saito 1905, soll sich durch kantige Sporen auszeichnen (= *Rh. angulisporus* (Saito) Naumov 1935). Auch *Rh. tonkinensis* Vuillemin 1902 (Rev. Mycol. 24) = *Amylomyces gamma* Boidin 1901, gehört in diese Gruppe. Er wurde aus "chinesischer Hefe" isoliert, wächst optimal bei 36 - 38°C und unterscheidet sich von dem vorerwähnten nur durch seine Fähigkeit, auch Trehalose zu spalten.

10. *Rhizopus nigricans* Ehrenberg (1818) 1820

Nova Acta Acad. Leop. 10, 1, 198 (sehr zahlreiche Abb. in der reichlichen Spezialliteratur) Abb. 29.

Mucor stolonifer Ehrenberg 1818, Sylvae Myc. Berol. S. 25

Rh. niger Ciagliński & Hewelke 1893 (vgl. a. Vuillemin 1931), Z. Klin. Med. 12

Rh. artocarpus Raciborski 1900, Parasit. Pilze Javas, S. 11 (fide Zycha 1935)

Mucor niger Gedoelst 1902, Champ. paras.

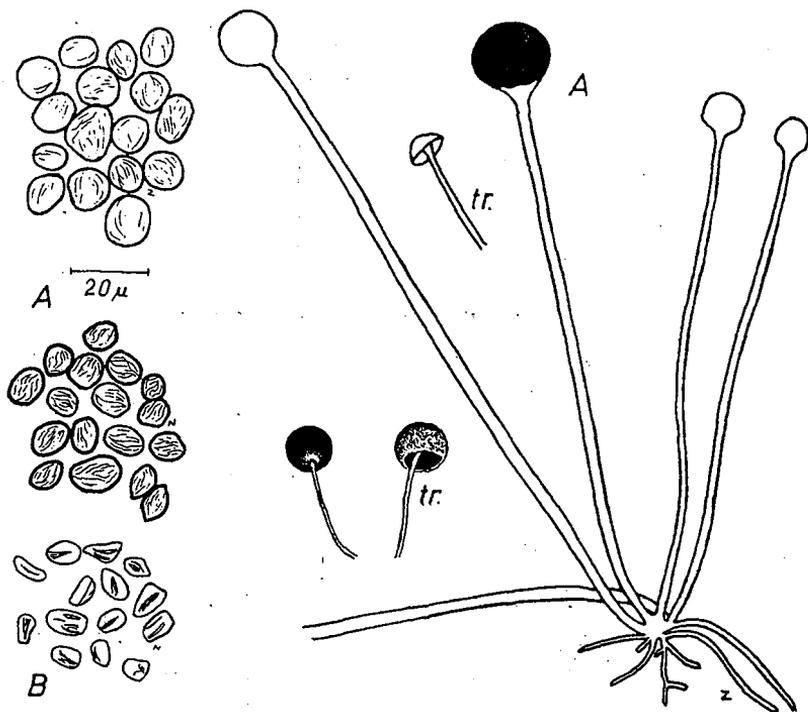


Abb. 29. *Rhizopus nigricans*; links: A Sporen zweier verschiedener Stämme in Wasser, B trockene Sporen; rechts: Sporangienträger, Sporangien und Columellen, trocken (n. Zycha 1935)

Typischer Vertreter der Gattung. Ausläufer flach, spinnwebenartig kriechend, weiß, Spitzen streben nach einer festen Unterlage, auf der sie dann nach unten verzweigte Rhizoiden und nach oben ein Büschel von 2 bis 5 anfangs hellen, später braunfärbten Sporangienträgern bilden, die eine Höhe von 1,5 - 3 mm erreichen. Sporangien anfangs weiß, glänzend, dann schwarz, in älteren Kulturen matt und grau, 150 - 350 μ . Columella breit, halbkugelig, mit großer Apophyse, etwa 70 - 250 μ breit. Sporen unregelmäßig oval, mehr oder weniger gestreift, im Mittel 7 μ breit und 10 - 15 μ lang, seltener bis 20 μ . Gemmen werden nicht gebildet. Zygoten häufig beobachtet, 150 - 200 μ , schwarz, mit leicht warzigem Exospor. Suspensoren ungleich. Heterothallisch.

An den dicken großen Büscheln von Sporangienträgern schon mit der Lupe zu erkennen.

Rh. nigricans ist wohl der von allen Mucorineen am häufigsten beobachtete Pilz. Er wird in der Literatur fast aller Länder der Erde als sehr häufig bezeichnet, so daß es sich erübrigt, nähere Literaturangaben zu machen. Er findet sich überall als Luftkeim und wächst mit Vorliebe auf kohlehydratreichen vegetabilischen Substanzen, wo ihm häufig auch als Fäuleerreger eine wirtschaftliche Bedeutung zukommt. Der Pilz ist auch in physiologischer Hinsicht interessant (vgl. u. a. Waksman 1943, Foster et al. 1949, Murray et al. 1952, Ragheb & Fabian 1955, Oliver & Peel 1956, Timofeeva et al. 1958).

Boedijn (1958) beschreibt eine neue Gattung, *Rhizopodopsis*, mit der Art *Rh. javensis*. deren Sporangienträger in einen Wirtel von Zweigen mit endständigen Sporangien auslaufen. Die Hauptachse des Trägers läuft in ein kurzes, steriles Hyphenstück aus. Beim Kontakt mit einem Objekt werden Rhizoiden ausgebildet. Es handelt sich hier ganz offensichtlich um eine *Rhizopus*-Art, zumal auch alle anderen Merkmale wie bei *Rhizopus* sind. Sporen bis $30\ \mu$ (= *Rh. nigricans* ?).

X. SPINELLUS van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 66

Luftmycel deutlich ausgebildet, vielfach kurzästig und dornenartig. Sporangienträger stets unverzweigt und oft nach der Spitze zu etwas verjüngt. Sporangien kugelig, meist dunkel gefärbt, mit breiter Apophyse. Columella dunkelbraun oder grau, halbkugelig bis zylindrisch, mit glatter Oberfläche. Sporen meist spindelförmig. Die Zygoten unterscheiden sich deutlich von denen der übrigen *Mucoraceen* dadurch, daß sie keinerlei Felderung besitzen, und daß ihr Exospor aus bandartigen Lamellen zusammengesetzt ist. Die Sporen zeigen eine eigenartige netzartige Zeichnung.

Alle Arten wurden bisher nur auf Hutpilzen gefunden. Ob sie wirklich Parasiten sind, wie meist angenommen wird, konnte noch nicht geklärt werden. Künstliche Reinkultur gelang bis jetzt nur in zwei Fällen, da die Sporen meist nicht keimen. Ellis & Hesseltine (1962) konnten auf Malz-Glukose-Agar (pH 4 - 5) bei 15°C Sporenkeimung und Wachstum beobachten.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Sporen kugelig | 1. Sp. sphaerosporus (S. 84) |
| Sporen spindelförmig oder rhombisch | (2) |
| 2. Sporen $20 - 30\ \mu$ | 2. Sp. chalybeus (S. 85) |
| Sporen $30 - 50\ \mu$ | 3. Sp. fusiger (S. 85) |
| Sporen $50 - 60\ \mu$ | 4. Sp. gigasporus (S. 86) |
| Sporen $60 - 80\ \mu$ | 5. Sp. arvernensis (S. 86) |

1. Spinellus sphaerosporus van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 75 (Abb. 38, 39)

Mucor mycenae Migula 1910, Kryptogamenfl. 3

Luftmycel wie bei *Sp. fusiger*, an den dornigen Ästen einzelne unverzweigte Sporangienträger, die bis 1 cm hoch werden. Sporangien klein,

schwärzlich. *Columella* halbkugelig, blauschwarz, glatt. Sporen schieferblau, kugelig, etwa 10 μ . Zygoten 100 - 150 μ .

Auf *Agaricus fusipes*.

2. *Spinellus chalybeus* (Dozy & Molkenboer) Vuillemin 1904

Ann. Mycol. 2, 61 (Abb. 1 - 11; Abb. auch bei Dozy & Molkenboer 1846).

Ascophora chalybea Dozy & Molkenboer 1846, Extr. Tijdschr. Nat. Gesch. 12, 282

Luftmycel anfangs weiß, später braun bis violett, doch nicht dornig. Sporangien bläulich oder braun, mit zerfließender Wand. Sporen 4,5 - 7 x 19 - 28 μ (seltener 4,4 x 15 oder 8,8 x 20 μ). Zygoten 280 - 300 μ . Suspensoren ungleich und in typischer Weise gestreift; der kleinere hat einen Durchmesser von etwa 100 - 120 μ , der größere von 220 - 280 μ . Wahrscheinlich heterothallisch.

Belgien, auf *Inocybe* (Dozy & Molkenboer 1846); Deutschland, auf *Mycena* (Sydow, s. Vuillemin 1908, S. 30).

3. *Spinellus fusiger* (Link) van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6, sér. 1, 66 (Abb. 29 - 37; Abb. auch bei Bainier 1882) Abb. 30

Mucor fusiger Link 1824; Spec. Plant 6, 1, 93

Mucor rhombosporus Ehrenberg 1818, Sylv. Myc. Berlin, S. 25

Sp. rhombosporus (Ehrenberg) Pound 1894, Revis. Mucor. S. 96

Mucor macrocarpus Corda 1838, Icon. Fung. 2, 21

Sp. macrocarpus (Corda) Karsten 1878, Myc. Fenn. 4, 73

Luftmycel aus reichverzweigten Ästen bestehend, als brauner Filz das Substrat überziehend. Sporangienträger aus dem Luftmycel und vom Substrat kommend, unverzweigt, vereinzelt mit Querwänden, bis 60 mm hoch, 30 - 120 μ dick an der Basis, unter dem Sporangium bis 50 μ , mit hellbräunlichem Inhalt. Die aus dem Substratmycel kommenden Träger verjüngen sich unterhalb der Basis nach den Substrathyphen zu, wodurch die Basis des Trägers etwas geschwollen erscheint. Sporangien 140 - 300 μ (- 800 μ , Indoh 1961), dunkelbraun bis schwarz, mit schnell zerfließender Wand. *Columella* halbkugelig bis zylindrisch oder birnförmig, 60 - 150 x 70 - 200 μ (nach Indoh bis 230 x 240 μ), glatt, gelblich bis hellbräunlich oder schwärzlich. Sporen 9 - 20 x 32 - 55 μ , spindelförmig, braun. Zygoten und Azygoten am Luftmycel, schwarzbraun, kugelig bis tonnenförmig, 180 - 400 μ (- 650 μ , Naumov 1939), mit aufgeblähten Suspensoren, die eine netzartige Zeichnung zeigen.

Eine künstliche Kultur gelang bisher nur Ling-Young (1930), welche Sporen auf Pilzkochungen zur Keimung brachte. Das so erhaltene Mycel konnte auch auf anderen Substraten kultiviert werden. Zygoten wurden in künstlicher Kultur jedoch nicht gebildet.

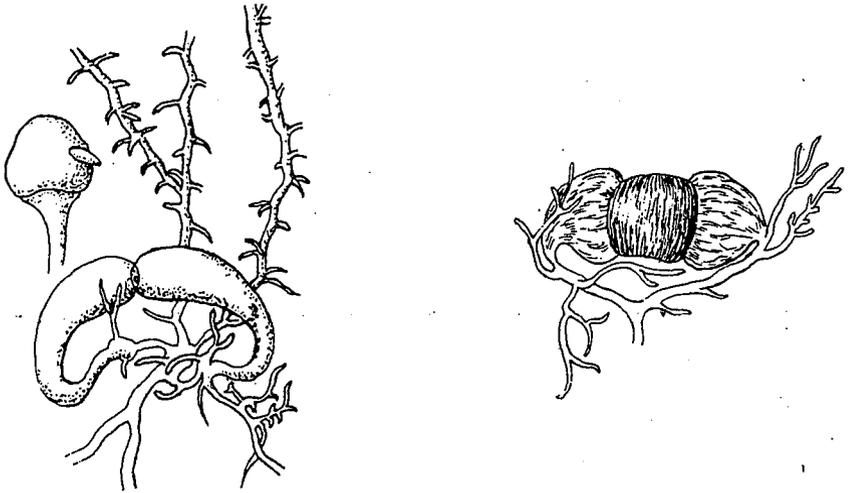


Abb. 30. *Spinellus fusiger*; Columella mit Spore, Zygotenbildung (n. Bainier 1882 aus Zycha 1935)

Bisher nur auf Hutpilzen: Deutschland (Schröter 1886, Zycha 1935, 1968); Holland (Oudemans 1902); Frankreich (van Tieghem 1875, Ling-Young 1930); Japan (Indoh 1961); USA., Pennsylvanien (Sumstine 1910).

4. *Spinellus gigasporus* Cooke & Masee 1892.

bei Cooke, Austral. Fung. 8 (Abb. 250).

Die Sporen dieser Art sollen 13 - 15 x 50 - 60 μ groß sein. Der Pilz wurde auf *Agaricineen* von Cooke & Masee in Australien gefunden, von Ling-Young (1930) in Frankreich, von Indoh (1961) in Japan.

Wahrscheinlich handelt es sich hier ebenfalls um *Sp. fusiger*.

5. *Spinellus arvernensis* Ling-Young 1930

Rev. gén. Bot. 42, 738.

Rasen 2 - 3 cm hoch, Sporangienträger unverzweigt. Sporangien 150 - 300 μ , erst gelb, dann dunkelblau, mit feinstacheliger, leicht zerfließender Wand. Columella blau, oval bis kugelig, 80 - 180 μ hoch.

Sporen graubraun, länglich-spindelförmig, 18 - 38 x 62 - 78 μ .

Vor allem durch die Größe der Sporen charakterisiert.

Frankreich, auf einer *Mycena* (Ling-Young 1930).

XI. GONGRONELLA Ribaldi 1952

Riv. Biol. Gen., N. S. 44, 164

R a s e n weiß oder gefärbt, relativ langsamwüchsig; Stolonen und Rhizoiden können vorhanden sein. Sporangienträger aufrecht oder gekrümmt, unverzweigt oder verzweigt. Sporangien kugelig. Columella klein, mit kugelig, abgesetzter Apophyse. Sporen klein, hyalin, glatt, verschieden gestaltet. Mucorähnliche braune bis schwarze Zygoten am Luftmycel zwischen einander gegenüberliegenden Suspensoren ohne Hüllfäden.

Hesseltine & Ellis (1964) haben die ursprüngliche Gattungsdefinition erweitert, um *G. lacrispora* einschließen zu können.

G. butleri ist den *Absidia*-Arten ähnlich, *G. lacrispora* den *Circinella*-Arten, sie haben aber halbkugelige Apophysen und eine Einschnürung zwischen Apophyse und Sporangienwand. Die Apophysen geben den Sporangien nicht eine birnförmige Gestalt wie bei *Absidia*.

Träger gerade 1. *G. butleri* (S. 87)
Träger gekrümmt 2. *G. lacrispora* (S. 89)

1. *Gongronella butleri* (Lendner) Peyronel & Dal Vesco 1955

Allionia 2, 370 (Abb. bei Lendner 1926, Zycha 1935, Ribaldi 1952, Hesseltine & Ellis 1964) Abb. 31.

Absidia butleri Lendner 1926, Bull. Soc. Bot. Genève 2. sér. 18, 181

Absidia subpocolata Paine 1927, Mycologia 19, 251 (fide Zycha 1935)

Tieghemella subpocolata (Paine) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 79

Tieghemella butleri (Lendn.) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 79

G. urceolifera Ribaldi 1952, Rev. Biol. Gen., N. S. 44, 157

G. butleri (Lendner) Picci 1955, Atti Inst. Bot. Univ. Pavia, 5. Ser. 13, 38

Mucor vesiculosus Smith 1957, Trans. Brit. Myc. Soc. 40, 481 (fide Smith 1961)

Eine Begründung für die angegebenen Synonyme geben Hesseltine & Ellis (1964), welche die Gattung überarbeitet haben.

Langsamwüchsig; R a s e n weiß bis blaßolivgrau, 0,2 - 0,8 cm hoch. Sporangienträger 40 - 156 (- 340) x 2 - 7 μ , oft von Stolonen aber auch vom Substratmycel ausgehend, hyalin, mit Querwand unter der Apophyse, unregelmäßig verzweigt oder einfach. Rhizoiden bis 65 μ lang, wenig verzweigt, bis 6 Rhizoiden an einer Stolonenanschwellung. Sporangien kugelig, 7 - 32 μ , weiß, gelblich oder olivgrau im reflektierten Licht, zerfließend. Apophyse 3,3 - 13 (-32) μ breit und 4,5 - 11 μ lang, halbkugelig, dickwandiger als die Columella. Columella 4 - 11 μ , halbkugelig oder kuppelförmig, hyalin, glatt, mit Kragen. Sporen 1,6 - 2,5 x 2,2 - 4,5 μ , oval oder auf einer Seite abgeflacht bis nahezu nierenförmig, glatt, hyalin, z. T.

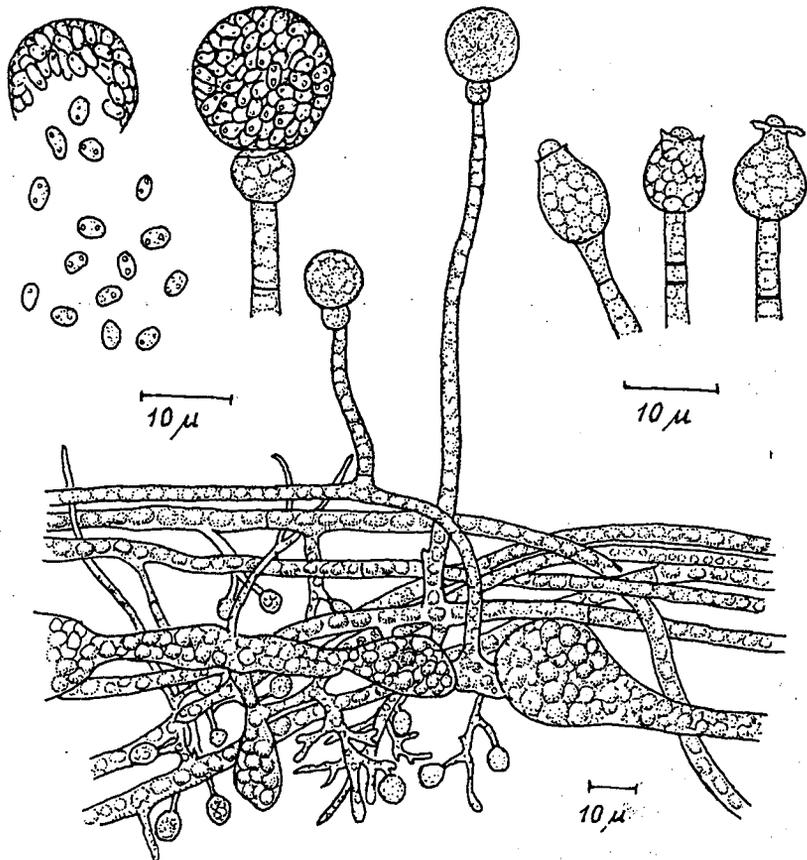


Abb. 31. *Gongronella butleri*; Sporangienträger, Sporangien, Sporen und Columellen (n. Ribaldi 1952)

mit Öltropfen. Gemmen 4 - 9 μ , einzeln endständig an Substrathyphen. Zygoten auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar und auf Malzagar 18 - 36 μ , kugelig, mit kurzen, etwa 2 μ langen Fortsätzen, braun bis dunkelbraun, bei der Reife mit großer zentraler Ölkugel. Suspensoren 4,5 - 8 μ breit, etwa gleich groß, hyalin bis hellbraun, glatt bis leicht rau. Heterothallisch. Zygoten vom Agar bis zur Rasenoberfläche in einer schmalen Zone ausgebildet.

Meist in Erde. Malayische Inseln, an Wurzeln einer Kokospalme (Lendner 1926); Italien (Ribaldi 1952); England (Warcup 1951, Smith 1957); Kroatien (Starc 1942); Rußland

(Pidoplichko et al. 1963, Kyrylenko 1965); Indien (Saksena 1954, 1955, Shetye 1957, Sarbhoy 1965 b, B. S. Mehrotra 1967); Amerika (Paine 1927, Hesselstine & Ellis 1964); Australien (Warcup 1957).

2. *Gongronella lacrispora* Hesselstine & Ellis 1961

Mycologia 53, 411 (Abb. 4 - 7).

Langsamwüchsig; erst weißer, dann grauer, 0,1 - 0,3 cm hoher Rasen, in älteren Kulturen auch rötlich. Sporangienträger bis 6,5 μ dick, vom Substrat kommend, aufrecht, mit gekrümmten Seitenästen (30 - 90 μ), wie bei *Circinella*. Keine Rhizoiden oder Stolonen. Sporangien 13 - 41 μ , kugelig, erst weiß, dann olivgrau und später gelblich im reflektierten Licht, mit halbkugeliger Apophyse, unterhalb der Apophyse eingeschnürt. 20 - 40 μ unter dem Sporangium bricht der Sporangienträger leicht ab. Sporangienwand glatt, dünn, durchsichtig, zerbrechlich. Apophyse 4 - 8,6 μ , hyalin, glatt. Columella 2,5 - 13 x 4,5 - 20 μ , abgeflacht bis kugelig, glattwandig, hyalin, mit Kragen, oft eingeschnürt am Übergang zur Apophyse. Sporen 2,8 - 4,5 x 5,5 - 9 μ , tropfenförmig, hyalin, dickwandig, glatt, in Masse hellbraun. Gemmen terminal an Substrathyphen, hyalin, kugelig bis oval, 8,5 - 11 μ . Bis 60 μ große Riesenzellen im Substrat. Zygoten unbekannt. Bastardierungsversuche mit *G. butleri* (-) weisen auf Heterothallie hin. Wachstum zwischen 14° und 37°C.

U.S.A., Maryland, Erde.

XII. *PIRELLA* Bainier 1882

Thèse, S. 83

Das Hauptmerkmal dieser, der Gattung *Mucor* sehr nahestehenden Gattung sind die an horizontal kriechenden, schraubig gewundenen Seitenästen sitzenden birnförmigen Sporangien. Die Seitenäste sind in der Länge nicht begrenzt, jede weitere Verzweigung eines Seitenzweiges entsteht in der letzten Windung unter dem vom Seitenzweig gebildeten sekundären Sporangium. Sporangien der Seitenzweige haben eine langgestreckte Columella und eine große Apophyse und unterscheiden sich dadurch deutlich von den an der aufrechten Hauptachse des Trägers gebildeten mucorartigen kugeligen Sporangien. Sporen hyalin, glatt, bei beiden Sporangientypen gleich. Zygoten nach Hesselstine (1960 a) schwarz, rauh, mucorähnlich, an Hyphen im Luftmycel unter dem Plattenrand gebildet. Suspensoren gleich groß, einander gegenübersehend. Heterothallisch.

Einzig, bekannte Art:

Pirella circinans Bainier 1882

Thèse, S. 83 (Abb. Taf. 10; Abb. auch bei Lendner 1908, Hesseltine 1960 a) Abb. 32.

Mucor circinans (Bainier) Schröter 1897, in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. 1, 125 (fide Hesseltine 1960 a)

Mucor pirelloides Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 83 (fide Zycha 1935)

Helicostylum pirelloides (Lendner) Lendner 1930, Bull. Soc. Bot. Genève 21, 258 (fide Zycha 1935)

Im Wachstum der großen Sporangienträger zeigt der Pilz völlige Übereinstimmung oder doch sehr große Ähnlichkeit mit *Mucor mucedo*. Der gelblich gefärbte R a s e n wird bis 3,5 cm hoch. Die Sporangienträger sind selten normal verzweigt, sondern bilden in älteren Kulturen in der Nähe der Basis lange, dünne, mehr oder weniger spiralig gewundene Seitenäste aus, welche die hängenden, großen, fast ungestielten birnförmigen Sporangien tragen. Die kugelförmigen Sporangien auf den hohen Trägern bis $200\ \mu$, mit zerfließender Wand und hoher, birnförmiger, bis $160\ \mu$ langer Columella, gewöhnlich mit Kragen. Die $22 - 160 \times 40 - 180\ \mu$ großen birnförmigen Sporangien der Seitenzweige besitzen eine langgestreckte, bis $145\ \mu$ große, manchmal abgeflachte Columella mit deutlicher Apophyse und sind oft durch eine Querwand vom Träger getrennt. Ihre Wand zerbricht oder zerfließt nur langsam. Sporen beider Sporangien kurz oval bis ellipsoidisch, $4,5 - 11 \times 4 - 15\ \mu$, hyalin, mit dünner farbloser Wand. Keine Gemmen. Hesseltine (1960 a) erhielt Zygoten auf verschiedenen Nährböden bei 15°C , seltener bei 20° , nie bei 7°C . Zygoten schwarz, kugelig, $60 - 140\ \mu$, mit bis $9\ \mu$ langen Fortsätzen. Suspensoren gleich groß, gelb, braun oder gelegentlich nahezu schwarz, leicht rauh, mit gelbem, granulösem Inhalt, an der weitesten Stelle $30 - 78\ \mu$ dick, nahe der Zygote etwas eingeschnürt. Heterothallisch.

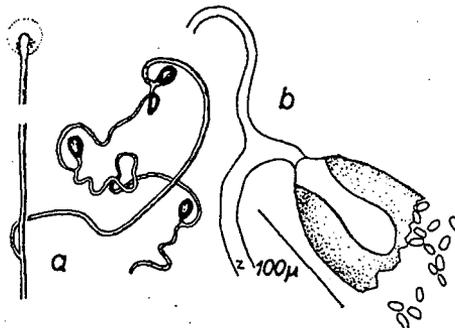


Abb. 32. *Pirella circinans*; a Sporangienträger (n. Lendner 1908) b Columella mit Rest der Sporangienwand und Sporen (n. Zycha 1935)

Frankreich (Bainier 1882, Ling-Young 1930); Deutschland, auf Kaninchenmist (Zycha 1935); Schweiz, auf tierischen Exkrementen (Lendner 1908); USA., Kalifornien, von Nagetierkot etc. (Hesseltine 1960 a).

B. S. Mehrotra (1967) hat noch eine zweite *Pirella*-Art, *P. reniformis* B. S. Mehrotra & Singh, beschrieben. Die Art unterscheidet sich von *P. circinans* durch ellipsoidische bis zylindrische sekundäre Sporangien und durch $3 - 7 \times 6 - 20 \mu$ große ellipsoidische bis nierenförmige Sporen. Zygoten unbekannt. Aus Erde in Indien.

XIII. ABSIDIA van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 50

Tieghemella Berlese & De Toni 1888

Mycocladus Beauverie 1900

Proabsidia Vuillemin 1903

Pseudo-Absidia Bainier 1903

Lichtheimia Vuillemin 1903

Protoabsidia Naumov 1935

(Synonyme fide Lendner 1908, Zycha 1935, Hesseltine & Ellis 1964)

Mycel weiß oder gefärbt, auf und im Nährboden reichlich verzweigt. Die Lufthyphen sind als Ausläufer mit begrenztem oder unbegrenztem Wachstum ausgebildet, die in mehr oder weniger flachem Bogen das Substrat überziehen und die sich an der Spitze in Zweige aufteilen. Einer der Zweige setzt den Ausläufer fort, oder es wird ein Büschel dünner verzweigter Rhizoïden gebildet. Die übrigen Zweige werden zu Sporangienträgern. Vielfach schließen die Ausläufer auch mit einem Endsporangium ab. Weitere Sporangienträger entstehen an den Ausläufern internodial und stehen dann meist zu 2 bis 4 in büscheliger oder wirteliger Anordnung. In alten Kulturen sind Ausläufer und Sporangienträger meist gefärbt, auch bildet dann die Mehrzahl der Arten an beliebigen Stellen kleinere sekundäre Sporangien. Sporangien birnförmig, in der Jugend hyalin, im Alter meist grau, bläulich oder bräunlich, ihre Breite erreicht niemals 100μ . Columella kegelig oder halbkugelig, oft mit kleiner Ausstülpung oder papillenartigem Fortsatz, vielfach dunkel gefärbt und stets auf einer schmalen, langgestreckten Apophyse, unter der sich bei den meisten Arten in bestimmtem Abstand eine Querwand befindet. Sporen klein und ohne Besonderheiten. Gemmen bei einem Teil der Arten bekannt. Verschiedentlich wurden auch große, verzweigte Riesenzellen beobachtet. Zygoten sind bei vielen Arten bekannt, sie werden diffus im Luftmycel gebildet, sind braun oder schwarz, rauh bis warzig. Einer oder beide Suspensoren tragen bei vielen Arten starre, gekrümmte Hyphen, die in wirteliger Anordnung als "Hüllfäden" die Zygote locker umschließen.

Bei der Bestimmung der Arten geht Zycha (1935) von Form und Größe der Sporen aus, da die vor allem von Lendner (1908) benutzten morphologischen Merkmale (Krümmung der Ausläufer) zu sehr von Kulturbedingungen abhängen und meist schlecht zu erkennen sind. Hessel tine & Ellis (1964, 1965, 1966) schließen sich dem an, werten aber daneben die Zygoten und Hüllfäden als Merkmale.

Die meisten *Absidia*-Arten wurden im Erdboden gefunden. Es gibt mehrere thermophile Arten, die zwar für Säugetiere pathogen sein können, denen aber eine praktische Bedeutung kaum zukommt.

Viele Arten wachsen langsamer als *Mucor*-Arten und werden daher in Rohkultur überwachsen.

Bei den Beschreibungen haben wir uns weitgehend Hessel tine & Ellis angeschlossen.

Sporen zylindrisch	A. Sect. <i>Cylindrospora</i> (S. 92)
Sporen oval bis kugelig oder keilförmig	B. Sect. <i>Repens</i> (S. 98)
Sporen stets kugelig	C. Sect. <i>Glauca</i> (S. 105)

A. Sectio *Cylindrospora*

1. Arten mit homothallischer Zygotenbildung (2)
Andere Arten (4)
2. Langsamwüchsig; Rasen 0,1 - 0,3 cm hoch; parasitisch auf anderen *Mucorineen*
Schnellwüchsig; Rasen wenigstens 1 cm hoch; nicht parasitisch (3)
3. Rasen bräunlichgrau, nie violett oder rötlich 2. *A. spinosa* (S. 93)
Rasen rötlich oder violett auf SMA und auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar
..... 3. *A. anomala* (S. 95)
4. Sporen unregelmäßig in Größe und Gestalt 4. *A. heterospora* (S. 95)
Sporen regelmäßig zylindrisch 5. *A. cylindrospora* (S. 95)
..... 6. *A. pseudocylindrospora* (S. 96)
..... 7. *A. psychrophila* (S. 96)
..... 8. *A. fusca* (S. 97)

1. *Absidia parricida* Renner & Muskat 1958

Planta 51, 786 (Abb. 1 - 20; Abb. auch bei Hessel tine & Ellis 1966)

A. parasitica Muskat 1955, Arch. Mikrobiol. 22, 15

Langsamwüchsig; 0,1 - 0,3 cm hoch, weiß bis schwach olivgrau. Auf Würzeagar wächst das Substratmycel 1 - 1,5 cm tief in den Agar. Sporangienträger 90 - 200 μ , 4,5 - 5 μ dick (nach Hessel tine & Ellis 1966, 52 - 500 μ lang und 3 - 10 μ dick), von Stolonen, gelegentlich gegenüber Rhizoiden, kommend, immer mit einem Septum unter dem Sporangium, aufrecht, einfach oder verzweigt, nicht phototropisch. Sporangien 10 - 30 (-45) μ , birnförmig bis nahezu kugelig, durchscheinend bis schwach gelb im reflektierten Licht, zerfließend. Columella halbkugelig, 10,5 - 32 μ breit, ohne

Fortsatz. Apophyse trichterförmig. Sporen kurz zylindrisch, etwa $1,8 \times 2,6 \mu$, hyalin. Zygoten $30 - 68 \mu$, kugelig, braun, über den Rasen verstreut, oft an Stolonen gebildet, mit stumpfen, oft zurückgebogenen, bis $6,5 \mu$ langen Fortsätzen, mit einem großen Öltropfen. Suspensoren $15 - 26 \mu$ dick, nahezu gleich groß, nahe der Zygote braun, ohne Hüllfäden. Homothallich. Kein Wachstum bei über 30°C .

Nach Renner & Muskat (1958) parasitiert der Pilz auf *Mucor*, *Rhizopus*, *Circinella*, aber nicht auf *Penicillium*, *Helminthosporium* und *Alternaria*.

Tunesien, Erde (Muskat 1955); England (Hesseltine & Ellis 1966).

2. *Absidia spinosa* Lendner 1907

Bull. Herb. Boiss. 2. Ser. 7, 250 (Abb. 46 in *Mucor. Suisse* 1908) Abb. 33

Tieghemella spinosa (Lendner) Naumov 1935, Clés *Mucor.* 1939, S. 80

A. spinosa var. *madecassensis* Moreau 1949, Bull. Soc. Mycol. France 65, 144

A. spinosa var. *biappendiculata* Rall & Solheim 1964, *Mycologia* 56, 99

Rasen wollig, anfangs weiß, später graubraun, dicht, bis 2 cm hoch. Ausläufer flach. Sporangienträger $5 - 10,5 \times 50 - 650 \mu$, meist unverzweigt, stets mit einer Querwand $9,5 - 22 \mu$ unter der Apophyse. Rhizoiden stark verzweigt, Stolonen $4,5 - 25 \mu$ dick, hyalin bis braun. Sporangien grau im durchgehenden Licht, birnförmig, $12 - 42 \mu$, mit zerfließender Wand, Columella $8 - 28 \mu$ breit, halbkugelig über einer trichterförmigen Apophyse, mit Kragen und einem mehr oder weniger deutlich ausgebildeten bis zu $4,5 \mu$ langen Fortsatz. In den großen Columellen fehlt dieser jedoch oft. Sporen $2 - 2,5 (-3,7) \times 3,5 - 5 \mu$, regelmäßig zylindrisch mit abgerundeten Ecken. Gemmen gelegentlich beobachtet. Zygoten im Luftmycel verstreut, kugelig, $40 - 80 \mu$, braun, Exospor mit stumpfen Fortsätzen (bis $4,5 \mu$). Suspensoren erst hyalin, später braun, halbkugelig bis kegelförmig, $7 - 38 \mu$ dick, an der Basis mit bis zu 19 erst hyalinen später braunen Hüllfäden ($4,5 - 8 \mu$ dick). Sind die Suspensoren ungleich groß, so gehen die Hüllfäden meist nur vom größeren Suspensor aus. Niedrigere Temperatur begünstigt die Zygotenbildung. Homothallich. Gelegentlich werden auch Azygoten gebildet, doch erscheint die var. *azygospora* Boedijn 1958 nicht berechtigt.

Absidia spinosa var. *biappendiculata* Rall & Solheim 1964 (*Mycologia* 56, 99) ist als Varietät nicht aufrecht zu erhalten. Die Hüllfäden sollen hier von beiden Suspensoren ausgehen, was jedoch schon für den Art-Typus angegeben ist.

Meist in Erde. Schweiz (Lendner 1907); Deutschland (Krehl-Nieffer 1951, Muskat 1955); England (Ellis 1940); Frankreich (Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pišpek 1929); Kroatien (Starc 1942); Österreich (Szilvinij 1941, Niethammer 1942 a); Rußland (Raillo 1929, Kyrilenko 1965, Teternikova-Babayana & Abramyan 1966); Indien (Saksena 1955, Agnihochrudu 1957, 1961, Saksena & Sarbhoy 1963, M. D. Mehrotra 1963); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958); Java (Boedijn 1958); Amerika (Sumstine 1910, Hesseltine &

Ellis 1964); Ägypten (Saber 1935); Marokko (Zycha 1935); Neuseeland (Hesseltine & Ellis 1964).

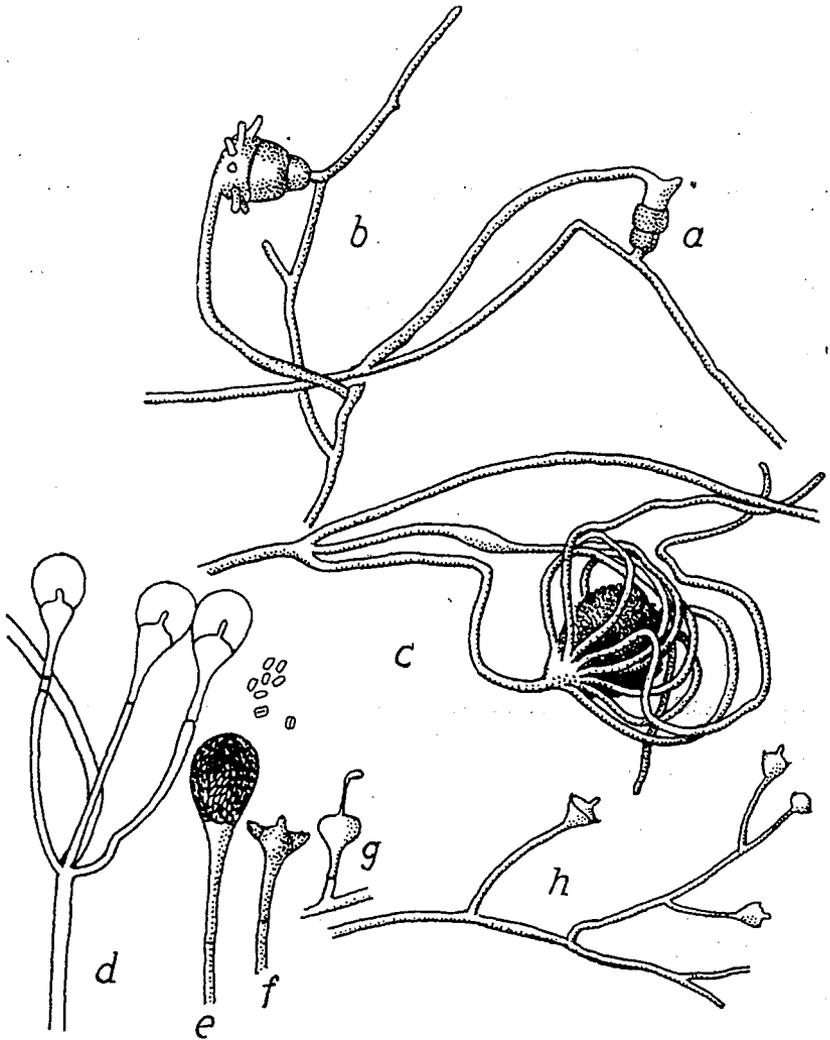


Abb. 33. *Absidia spinosa*; Sporangien, Columellen, Zygotenbildung (n. Lendner 1908)

3. *Absidia anomala* Hessel tine & Ellis 1964

Mycologia 56, 578 (Abb. 3, 4).

In jungen R a s e n treten rötliche bis violette Farbtöne auf, die aber später verschwinden. Die übrigen Merkmale entsprechen *A. spinosa*.

4. *Absidia heterospora* Ling-Young 1930

Rev. gén. Bot. 42, 739 (Abb. 33; Abb. auch bei Hessel tine & Ellis 1964).

Schnellwüchsig; R a s e n dicht, hell- bis dunkelgrau, bei 15°C dunkler, auf Brot mehr violett, 0,5 - 1 cm hoch. Ausläufer langgestreckt, 4,5 - 13 μ dick, mit bis 370 μ langen Rhizoiden. Sporangienträger bis 1,7 mm lang, bis 10 μ dick, mit einer Septe unter dem Sporangium, hyalin bis hellbraun, nach dem Sporangium zu intensiver gefärbt. Nach Hessel tine & Ellis (1964) kann bei 25°C sympodiale Verzweigung der Träger einsetzen. Die größeren terminalen Sporangien bilden dann die charakteristischen zylindrischen Sporen aus, die sekundären Sporangien an den Zweigen kugelige. Nicht phototropisch.

S p o r a n g i e n birnförmig, anfangs hell-, dann grünlichbraun, 15 - 55 μ breit, mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a halbkugelig, 10,5 - 34 μ breit, ohne Fortsätze, mit oder ohne Kragen. S p o r e n nach Ling-Young bis 8 x 13 μ groß. Nach Hessel tine & Ellis werden bei 15°C nur zylindrische bis hantelförmige Sporen sehr verschiedener Größe (1,6 - 3,5 x 3,9 - 9 μ) gebildet, bei 25°C kugelige Sporen in den sekundären Sporangien (3,8 - 7,7 μ) und zylindrische bis ovale Sporen in den endständigen Sporangien (2,2 - 4,4 x 3,3 - 6,6 μ). Gemmen und Z y g o t e n unbekannt.

Frankreich (Ling-Young 1930); Indien (Subramanian 1952); Japan (Indoh 1962 b).

5. *Absidia cylindrospora* Hagem 1908

Norweg. Mucor. S. 45 (Abb. 21, Abb. auch bei Hessel tine & Ellis 1964).

Tieghemella cylindrospora (Hagem) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 80

Mycocladus altaini Kulik 1960, Not. Syst. Sect. Cryptog. Inst. Bot. V. L. Komarovii Acad. Sci. U.R.S.S. 13, 134 (fide Hessel tine & Ellis 1964)

Schnellwüchsig; R a s e n wenigstens 1 cm hoch, erst weiß dann graubraun. Ausläufer mehrere cm lang, 3 - 20 μ dick, in flachen Bögen, mit oder ohne Rhizoiden. Sporangienträger 2 - 7 x 36 - 300 μ , einzeln oder in Wirteln bis 4 von Stolonen kommend, hyalin bis hellbraun, aufrecht, z. T. verzweigt, 10 - 20 μ unterhalb der Apophyse stets eine Querwand. Nicht phototropisch. S p o r a n g i e n 10 - 35 μ , doch auch bis 65 μ breit, birnförmig, anfangs hyalin, später dunkelbraun, mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a hyalin bis hellbraun, halbkugelig, 8,5 - 26 μ breit, mit bis 10 μ langem, leicht abbrechendem Fortsatz und mit Kragen. S p o r e n 2,2 - 3,5 x 3,5 - 5,5 μ , zylindrisch bis leicht verbreitert an einem Ende, hyalin. Gemmen gelegent-

lich interkalar im Luftmycel. Substratmycel z. T. mit Hyphenanschwellungen. *Zygoten* im Luftmycel verstreut, 40 - 67 μ , kugelig, dunkelbraun, stumpfe Fortsätze bis 4,5 μ lang, Suspensoren ungleich; kleinere 8,6 - 20 μ breit, bräunlich, ohne Hüllfäden. Größere Suspensoren 18 - 32 μ breit, kurz, braun, mit bis zu 9 Hüllfäden. Hüllfäden bis 6,5 x 235 μ , gewöhnlich in einem Kreis angeordnet. Heterothallisch.

Bei 37°C wuchsen die meisten Stämme von Hessel tine & Ellis nicht mehr. Bei 32°C vegetatives Wachstum, aber keine Ausbildung von *Zygoten*. Nach Jensen (1931) bevorzugt der Pilz eine Temperatur über 20°C und einen pH-Wert zwischen 2,5 und 5,5.

Zwei Stämme von Hessel tine & Ellis bildeten kurz zylindrische bis nahezu kubische Sporen, ein weiterer Stamm kleinere Sporen (1,6 μ breit).

In Erde und auf anderen Substraten. Norwegen (Hagem 1908); Deutschland (Claussen, Zycha 1935, Muskat 1955, Siepmann 1959); England (Chesters 1948, Warcup 1951); Frankreich (Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pišpek 1929); Kroatien (Starc 1942); Österreich (Janke & Holzer 1929); Indien (B. S. Mehrotra 1967); Amerika (Tresner et al. 1954, Hessel tine & Ellis 1964); Afrika (Hessel tine & Ellis 1964); Teneriffa (Zycha 1935); Tunesien (Muskat 1955); Australien (McLennan & Ducker 1954); Grönland (Nielsen 1927).

A. cylindrospora var. *nigra* Hessel tine & Ellis 1964, Mycologia 56, 595 (Abb. 10, 12) ließ sich mit keinem der *A. cylindrospora*-Stämme kreuzen. Im übrigen keine weiteren Unterschiede gegenüber der Typus-Art.

A. cylindrospora var. *rhizomorpha* Hessel tine & Ellis 1961, Mycologia 53, 409, bildet auf Czapek-Agar Stränge weißen Mycels, Rhizomorphen ähnelnd. Columella ohne Fortsätze, Sporen zylindrisch bis würfelförmig, wächst noch bei 37°C.

6. *Absidia pseudocylindrospora* Hessel tine & Ellis 1961

Mycologia 53, 406.

In den meisten Merkmalen *A. cylindrospora* gleichend. *Zygoten* (Hessel tine & Ellis 1964) mit gleich großen Suspensoren (8,5 - 17 μ breit), von einem Suspensor gehen die Hüllfäden aus. Wächst bei 37°C. Sporangienträger einzeln und in Wirteln bis zu 11 von den Stolonen kommend. Mit *A. cylindrospora* Stämmen imperfekte Fusionen, bei Kreuzungen mit *A. cylindrospora* var. *nigra* wurden einige *Zygoten* erhalten.

Afrika, Marshall-Inseln; Mexiko.

7. *Absidia psychrophila* Hessel tine & Ellis 1964

Mycologia 56, 583 (Abb. 5 - 7).

Wachstums optimum bei 15°C, bei 25°C vorwiegend als steriles Mycel, mit spärlicher Sporangienbildung, über 28°C kein Wachstum. Sporangienträger in Wirteln bis zu 8 zusammenstehend. Fortsätze der Columellen bis 6,5 x 6,5 μ .

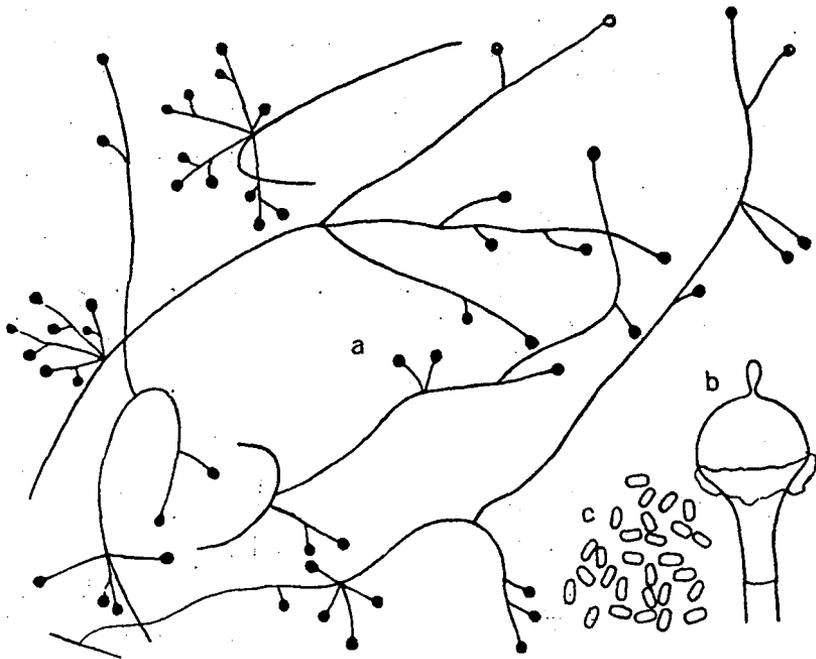


Abb. 34. *Absidia fusca*; Verzweigungssystem, Columella mit Apophyse und Kragen, Sporen (n. Linnemann 1936)

Der Pilz stammte aus den Drüsen eines Ambrosia-Käfers in Britisch Kolumbien. Mit anderen Arten der Sektion ließ er sich nicht kreuzen.

8. *Absidia fusca* Linnemann 1936

Flora 130, 201 (Abb. 13; Abb. auch bei Hesseltine & Ellis 1964) Abb. 34

Unterscheidet sich von *A. cylindrospora* durch dunklere Farbe des Ra-
s e n s und durch die Verzweigung der Sporangienträger, die in Wirteln bis
zu 6 zusammenstehen. Zweige oft höher als die Trägerachse.

B. Sectio Repens

1. Sporen regelmäßig keilförmig; Hüllfäden der Zygoten geweihartig verzweigt 9. *A. cuneospora* (S. 98)
Sporen nicht keilförmig; Hüllfäden, wenn vorhanden nicht geweihförmig (2)
2. Sporen kurz oval bis kugelig, nicht über 3μ (3)
Sporen größer (4)
3. Thermophile Art, Temperatur-Maximum über 35°C 10. *A. verticillata* (S. 99)
Temperatur-Maximum unter 35°C (vgl. 1. *A. parvicida*) 11. *A. zychae* (S. 99)
4. Suspensoren mit Hüllfäden, Temperatur-Maximum unter 37°C 12. *A. repens* (S. 100)
Suspensoren ohne Hüllfäden, Temperatur-Maximum über 37°C (5)
5. Sporen meist über $6,5\mu$ 13. *A. hyalospora* (S. 101)
Sporen meist unter $6,5\mu$ (6)
6. Sporangien dunkel, Sporen meist grau 14. *A. blakesleeana* (S. 102)
Sporangien hell, Sporen meist hyalin (7)
7. Sporen stets oval bis ellipsoidisch 15. *A. ramosa* (S. 103)
Sporen unregelmäßig, oval, einzelne kugelig 16. *A. corymbifera* (S. 104)

9. *Absidia cuneospora* Orr & Plunkett 1959

Mycologia 51, 203 (Abb. 1 - 22; Abb. auch bei Hesselstine & Ellis 1966).

Relativ schnellwüchsig; R a s e n flockig, weiß bis hellgrau, über 1 cm hoch. Sporangienträger 2 - 4 x 30 - 150 μ , zu 1 bis 5 an der gleichen Stelle von Stolonen kommend, hyalin bis bräunlich, aufrecht, selten verzweigt, 10 - 18 μ unter der Apophyse eine Querwand. In älteren Kulturen häufig ovale Schwellungen in den Trägern, welche wohl abortive Sporangien sind. Stolonen 3 - 11 μ dick, Rhizoiden spärlich. Sporangien 14 - 40 μ , erst hyalin, später grau bis schwarz im reflektierten Licht, mit zerfließender Wand. Columella 9 - 22 μ , schwachgrau, halbkugelig bis fast kugelig, mit hyalinem, an der Spitze geschwollenem Fortsatz (2,5 - 3 x 6 - 7 μ), mit Kragen. Sporen keilförmig, hyalin, 3 - 4 μ am breiten Ende, 1,5 - 2 μ am schmalen Ende, 4,5 - 6,5 μ lang, selten oval, mit 1 bis mehreren Öltröpfen, glattwandig. Ältere Sporen grau. Riesenzellen bis 17 x 30 μ , interkalar und terminal an Substrat- und Lufthyphen. Zygoten 50 - 70 μ , verstreut im Luftmycel, kugelig, braun, mit 1 Öltröpfen, erst mit parallelen Erhebungen überzogen, später verdickt sich die Wand und wird warzig. Fortsätze bis 4 μ lang. Suspensoren ungleich, der kleinere 8 - 13 μ , mit parallelen Wänden, der größere kegelförmig bis halbkugelig, 12 - 21,5 μ breit, beide hellbraun, rauh; der größere Suspensor mit 10 - 13, erst einfachen, später geweihartig verzweigten Hüllfäden (bis 6 μ dick). Heterothallisch. Wachstum noch bei 37°C . USA., Kalifornien, Erde (Orr & Plunkett 1959); Rußland, Erde (Kyrilenko 1965).

Mit *Gongronella butleri* erzielten Hesselstine & Ellis Fusionen, aber keine Zygoten. Bei Kreuzung mit *G. lacrispora* wurden einige unreife Zygoten ausgebildet. Keine Reaktionen mit *A. coerulea* und *A. glauca*.

10. *Absidia verticillata* (Beauverie) Lendner 1908

Mucor. Suisse S. 131 (Abb. bei Beauverie 1900)

Mycocladus verticillatus Beauverie 1900, Ann. Univ. Lyon, 3, 170

Luftmycel erst weiß, dann braun; Stolonen und Rhizoiden vorhanden. Sporangienträger einzeln oder in Wirteln von 2 bis 5, $7 \times 230 \mu$, mit einer Querwand unter der Apophyse. Sporangien birnförmig. Columella $21 \times 23 \mu$, halbkugelig oder etwas konisch, mit einem Fortsatz. Sporen kugelig, 2μ , oder kurz oval, $2 \times 2,5 \mu$. Zygoten bis 44μ , braun, kugelig; Oberfläche mit dicken Schuppen dachziegelartig bedeckt, ohne Hülfäden. Bei 35°C noch Wachstum, nicht mehr jedoch bei 40°C .

Beauverie beobachtete den auf einer feuchten Mauer gefundenen Pilz in Rohkultur. Er wurde seither nicht wieder gefunden. Die vom Autor gezeichneten Zygoten sind so eigenartig, daß möglicherweise ein Beobachtungsfehler vorliegt. Zycha (1935) fand einen ähnlichen Pilz, den er als *A. verticillata* bezeichnete. Hesseltine & Ellis (1966) erkennen dies nicht an und beschreiben diesen in Reinkultur noch vorliegenden Pilz als eigene Art *A. zychae*.

11. *Absidia zychae* Hesseltine & Ellis 1966

Mycologia 58, 768 (Abb. 5; Abb. auch bei Zycha 1935)

A. verticillata sensu Zycha 1935, fide Hesseltine & Ellis 1966

Langsamwüchsig; Rasen 1 - 2 mm hoch, haselnußfarben. Sporangienträger 3 - 8 \times $104 - 460 \mu$, einzeln, gelegentlich zu zweien, von Stolonen kommend, aufrecht, mit Querwand unter dem Sporangium, gelegentlich verzweigt. Stolonen $4,5 - 8,5 \mu$ dick. Rhizoiden hyalin. Sporangien $12 - 32 \mu$, die größeren birnförmig, die kleineren kugelig, farblos bis bräunlich im reflektierten Licht, zerfließend; daneben viele abortive Sporangien. Columella $15 - 25 \mu$, halbkugelig, hyalin bis hellbraun, mit Kragen, ohne Fortsatz. Sporen $1,6 - 2,2 \times 1,6 - 3,3 \mu$, oval bis nahezu zylindrisch, glatt, hyalin. Keine Zygoten.

Hesseltine & Ellis (1966) gründen ihre Diagnose auf den 35 Jahre zuvor von Zycha isolierten Pilzstamm. Die 1933 von Zycha gemachten Beobachtungen weichen in folgenden Punkten von der neuen Diagnose ab: Seitenäste der Sporangienträger zu 2 bis 4 in Wirteln rechtwinklig vom Hauptträger abstehend. Rhizoiden bräunlich. Sporangien $30 - 60 \mu$, Sporen $1,1 \times 2,2 \mu$, länglich zylindrisch. Im Gegensatz zu Hesseltine & Ellis erhielt Zycha zahlreiche homothallisch gebildete Zygoten (45μ , hellbraun), mit relativ wenigen aber langen Fortsätzen, die ihn zu einem Vergleich mit *A. verticillata* veranlaßten. Zycha (1935) glaubt Anhaltspunkte dafür gefunden zu haben, daß der Pilz auf *Mucor*-Arten zu parasitieren vermag. - Die im Laufe einer langjährigen Reinkultur aufgetretenen Veränderungen zeigen hier besonders deutlich die Schwierigkeiten einer zuverlässigen Taxonomie!

Deutschland, faulendes Holz (Zycha 1935).

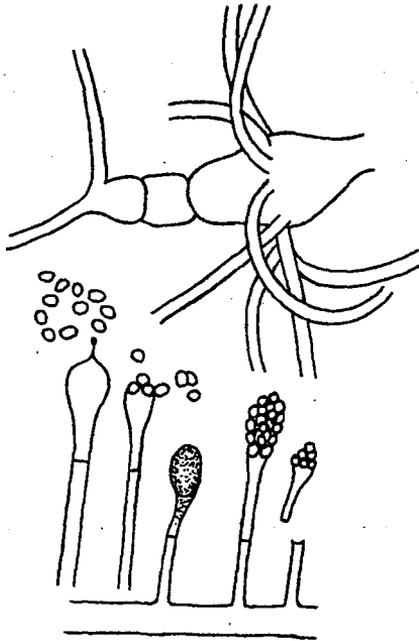


Abb. 35. *Absidia repens*; Sporen, Columellen, Sekundärsporangien, Zygotenbildung (n. Zycha 1935)

12. *Absidia repens* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 363 (Abb. 55 - 63; Abb. auch bei Hesseltine & Ellis 1966) Abb. 35

Tieghemella repens (van Tieghem) Berlese & De Toni 1888, in Sacc. Syll. Fung. 7, 215

Tieghemella japonica Saito 1904, J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 19, 6 (fide Hesseltine & Ellis 1966)

A. japonica (Saito) Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 142

Mycocladus hyalinus Naumov 1915, Petersb. Pilze (fide Zycha 1935).

Schnellwüchsig; R a s e n weiß, später bräunlichgrau, bis 2 cm hoch. Ausbildung der Sporangien entweder auf den für die Gattung typischen Sporangienträgern, oder auf sehr kurzen Sporangienträgern mit kleinen, ovalen bis ellipsoidischen Sporangien. Die Träger der kleinen Sporangien kommen einzeln als Zweige von den Stolonen oder als Zweige von größeren Sporangienträgern. Die großen Träger 2,5 - 6 x 50 - 450 μ , aufrecht, zu 1 - 9 von der gleichen Stelle der Stolonen kommend. Stolonen häufig am Ende mit Spo-

rangium abschließend. Querwand 5 - 21,5 μ unter der Apophyse. Sporangien der großen Träger 19 - 26,5 (-30) μ , grau bis schwarz, kugelig, zerfließend. Columella 9 - 25 μ , halbkugelig, oft mit bis 9 μ langem Fortsatz, hyalin bis hellbraun, meist mit Kragen. Sporen 3 - 5 μ , kugelig, z. T. oval und unregelmäßig, hyalin, glattwandig. Kleine Träger mit kleineren Sporangien besonders zahlreich in älteren Kulturen. Hier Träger 2,2 - 4,5 x 12 - 78 μ . Querwand 2 - 12 μ unter der Apophyse. Sporangien 7 - 15 x 15 - 36 μ , oval bis ellipsoidisch, einige kleinere mit wenigen Sporen (bis zu 3 Sporen), hyalin bis graubraun im reflektierten Licht, ohne Columella oder mit kuppelförmiger, 5 - 11 μ breiter Columella, mit oder ohne Fortsatz, mit Kragen. Sporen 2 - 3 x 2,8 - 5,5 μ , meist oval, einige kugelig (-6,5 μ), grau oder graubraun und manchmal fein rauh. Rhizoiden bis 11 μ dick. Riesenzellen endständig an Substrathyphen, kugelig bis oval, bis 12 x 20 μ . Interkalare Riesenzellen gelegentlich bis 40 x 100 μ . Zygoten 50 - 85,5 μ , kugelig, braun, warzig. Suspensoren einander gegenüberstehend, ungleich groß, der größere 15 - 25 μ , kegelförmig bis halbkugelig, rauh, braun, mit 7 - 9 braunen, etwa 4,5 μ dicken und bis 104 μ langen Hüllfäden. Oft sind die Suspensoren gleich groß, beide haben dann Hüllfäden. Der kleinere Suspensor mit parallelen Wänden, 9 - 11 μ . Heterothallisch. Kein Wachstum mehr bei 37°C.

Bei Kreuzung von *A. repens* mit *Congronella butleri*, *A. coerulea* und *A. cuneospora* wurden Gametangien aber keine Zygoten ausgebildet.

Frankreich, auf Parantüssen (van Tieghem 1876); Österreich, Erde (Janke & Holzer 1929); Schweiz, Erde (Szilvinyi 1941, Blumer 1945); China (Ou 1940); Japan, Luftkeim (Saito 1905); Amerika (Hesseltine & Ellis 1966).

13. *Absidia hyalospora* (Saito) Lendner 1908

Mucor. Suisse S. 142 (Abb. bei Saito 1907, Hesseltine & Ellis 1966).

Tieghemella hyalospora Saito 1907, Zbl. Bakt. II, 17, 103 (Abb. 5).

Schnellwüchsig; Rasen auf Malzagar etwa 0,5 cm, auf SMA bis 1 cm hoch, auf Reis etwa 2 cm, erst weiß, dann grau. Sporangienträger 2 - 9 x 40 - 250 μ . Träger, die große terminale Sporangien tragen, bis 13 μ dick. Sporangienträger meist einzeln an Stolonen, gerade oder gekrümmt, im unteren Teil hyalin, nach oben dunkelgrau werdend, manchmal mit einer Querwand an der Basis oder unter dem Sporangium. Kleinere Träger fein rauh, nach Hesseltine & Ellis selten verzweigt. Nicht phototropisch. Stolonen 4,5 - 19 μ dick; Rhizoiden etwa 100 μ lang, hyalin. Sporangien 20 - 56 μ , birnförmig, erst weiß, dann dunkel olivfarben bis schwarz im reflektierten Licht, zerfließend, vielsporig bis wenigsporig. Columella 6,5 - 42 μ , halbkugelig und glatt in den großen terminalen Sporangien, abgeflacht in den kleineren, dunkelgrau bis braun, mit undeutlichem Kragen. Einige Columellen mit bis

3,5 μ langem unregelmäßigem Fortsatz. Kugelige Sporen 5,5 - 13 μ , kurz ovale 5,5 - 9,5 x 6,5 - 11 μ , sehr unregelmäßig in der Größe, hyalin bis grau, in Masse dunkelgrau, glatt bis fein rauh. Substrathyphen mit großen unregelmäßigen Riesenzellen, bis 25 μ , auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar bis 55 μ groß. Bei 37°C noch Wachstum. Zygoten unbekannt.

Hesseltine & Ellis erhielten in einem Fall bei Kreuzung mit einem Stamm von *A. blakesleeana* einige Zygoten, die jenen von *A. blakesleeana* gleichen.

In japanischem "Koji" (Saito 1907); in ostasiatischen Sojapräparaten (Hesseltine & Ellis 1966).

14. *Absidia blakesleeana* Lendner 1923

Bull. Soc. Bot. Genève 2. sér. 15, 147 (Abb. auch bei Hesseltine & Ellis 1966)

Protoabsidia blakesleeana (Lendner) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 77

A. cristata Dade 1937, Trans. Brit. Mycol. Soc. 21, 26 (fide Hesseltine & Ellis 1966)

A. merdaria Boedijn 1958, Sydowia 12, 334 (fide Hesseltine & Ellis 1966)

Schnellwüchsig; Rasen grau bis olivgrau, meist über 1 cm hoch. Sporangienträger 2 - 13 x 35 - 156 μ , von Stolonen kommend, nicht in Wirteln, einige von Substrathyphen ausgehend, einfach, gelegentlich auch zwei- oder dreimal verzweigt, aufrecht, oft gekrümmt. Stolonen 2 - 15 μ dick. Rhizoiden bis 12 x 500 μ . Nicht phototropisch. Sporangien 10 - 80 μ , birnförmig, zerfließend, grauschwarz bis schwarz im reflektierten Licht. Die großen Sporangien terminal, die übrigen oft an gekrümmten Seitenzweigen. Columella 6,5 - 40 μ , in den terminalen Sporangien bis zu 52 x 72 μ , eiförmig oder abgeflacht, mit oder ohne Kragen, hyalin bis dunkelgrau, die größeren Columellen grau, dann braun, in den sekundären Sporangien mit einem oder mehreren verdrehten Fortsätzen. Sporen kugelig bis kurz oval, 3,3 - 6,5 μ (seltener 4 - 8 μ), hyalin bis dunkelgrau, glatt bis fein rauh. Gemmen nicht bekannt, doch wurden - namentlich bei höherer Temperatur (30°C) - bis zu 70 μ lange, geweihtartig verzweigte Riesenzellen mit Reservestoffen oftmals beobachtet. Zygoten auf Malzagar bei 31°C 43 - 78 μ , gelbbraun bis dunkelbraun, im Luftmycel verstreut, fein rauh, mit charakteristischem 3,5 μ hohem Gürtel und großem zentralen Öltropfen. Suspensoren 15 - 21 μ an der breiten Stelle, gerade bis gebogen, direkt vom Luftmycel und nicht von speziellen Zygotenträgern kommend, gleich groß, hyalin bis schwach-gelblich, rauh, ohne Hüllfäden. Heterothallisch. Bei 37°C noch Wachstum.

Bei Kreuzung mit *A. cuneospora*, *A. glauca*, *A. coerulea*, *A. californica*, *A. repens*, *Gongronella butleri*, *Gongronella lacrispora* erzielten Hesseltine & Ellis keine Reaktion. Unvollständige Reaktionen waren zu beobachten bei Kreuzung mit einigen *A. corymbifera*-Stämmen und mit *Chlamydoabsidia padeni*.

Deutschland (Siepmann 1959); Java (Boedijn 1958); USA. (Borut & Johnson 1962, Hesseltine & Ellis 1966).

15. *Absidia ramosa* (Lindt) Lendner 1908

Mucor Suisse, S. 144 (Abb. bei Vuillemin 1904, 1931, Ellis & Hesselstine 1966).

Mucor ramosus Lindt 1886, Arch. expt. Pathol. u. Pharm. 21, 275

Rhizopus ramosus (Lindt) Zopf 1890, in Schenk Handb. Bot. 4, 587

Mucor truchisi Lucet & Costantin 1901, Arch. Parasit. 4, 370

Rhizopus umbellatus Smith 1901, J. R. Microsc. Soc. S. 618

Lichtheimia ramosa (Lindt) Vuillemin 1904, Arch. Parasit. 8, 570

A. ramosa var. *rasti* Lendner 1908, *Mucor. Suisse*, S. 145

A. ramosa var. *zurcheri* Lendner 1908, *Mucor. Suisse*, S. 145

A. truchisi (Lucet & Costantin) Lendner 1908, *Mucor Suisse*, S. 146

Mucor corymbifer var. *truchisi* (Lucet & Costantin) Sartory 1920, Champignons paras. de l'homme et des animaux, Paris, 3, 91

Lichtheimia italiana Perin & Costantin 1922, in Costantin & Perin, Bull. Soc. med.-chir. Pavia 35, 5

Lichtheimia italica (Perin & Costantin) Pollacci & Nannizzi 1922 - 26, I miceti patogeni dell'uomo e degli animali. Fasc. 3, Fungus No. 26

Lichtheimia ramosa var. *zurcheri* (Lendner) Naumov 1935, Clés *Mucor.* 1939, S. 78

Lichtheimia truchisi (Lucet & Costantin) Naumov 1935, Clés *Mucor.* 1939, S. 78

Lichtheimia ramosa var. *rasti* (Lendner) Naumov 1935, Clés *Mucor.* 1939, S. 79

Tieghemella italica (Perin & Costantin) Naumov 1935, Clés *Mucor.* 1939, S. 80

A. italiana (Costantin & Perin) Dodge 1935, *Medical Mycology*, S. 112

A. corymbifera var. *ramosa* (Lindt) Coudert 1955, *Guide pratique mycol. med.* Paris, S. 120

A. corymbifera var. *truchisi* (Lucet & Costantin) Coudert 1955, *Guide pratique mycol. med.* Paris, S. 120

(Synonyme fide Ellis & Hesselstine 1966)

(?) *Rhizomucor parasiticus* Lucet & Costantin 1900, Arch. Parasit. 4, (fide Zycha 1935).

Schnellwüchsig; R a s e n über 1 cm hoch, erst weiß, später blaßolivgrau bis rötlichgrau. Sporangienträger 4,5 - 12 x 35 - 450 μ , einzeln von den Stolonen kommend, manchmal zu drei zusammenstehend, glatt bis fein rauh, aufrecht (kleinere Träger auch gebogen), in älteren Kulturen gelegentlich mit einer Querwand an der Basis, nicht phototropisch. Rhizoiden 4 - 19 μ dick und bis 65 μ lang, glatt, hyalin bis hellbraun; Stolonen 6,5 - 17 μ dick, glatt, hyalin, manchmal streifig, selten septiert. Sporangien 9,5 - 38 μ (bis 80 μ , wenn das Sporangium am Ende einer Stolone steht), vielsporig, birnförmig bis etwas abgeflacht, hyalin bis grau, mit glatter Wand, zerfließend. Columella 9,5 - 26 μ (bis 43 μ , wenn das Sporangium am Ende einer Stolone steht), kugelig bis länglich, mit oder ohne Kragen, glatt, die kleineren Columellen mit 1 bis mehreren, bis 2,5 μ langen, warzigen Fortsätzen,

hellgrau bis hellbraun im Alter. Sporen 2,5 - 4,5 x 3,5 - 7 μ , länglich bis ellipsoidisch, dünnwandig, glatt, hyalin bis hellgrau. Keine Gemmen. Auf Czapek-Agar gelegentlich bis 250 μ lange, unregelmäßige verzweigte Riesenzellen endständig an Substrathyphen. Zygoten auf Hefeextrakt-Stärke-Agar bei 34°C 50 - 103 μ , kugelig, leicht rauh, dickwandig, häufig mit 1 bis 5 2,5 - 5 μ hohen Äquatorialringen, dunkelbraun, mit großem Öltropfen, im Luftmycel. Suspensoren nahezu gleich groß, gerade oder etwas gebogen, einer oder beide rauh, hyalin bis hellbraun nach der Zygote zu, ohne Hüllfäden, lang kegelförmig, 15,5 - 23 μ im Durchmesser. Größere Suspensoren 19 - 26 (32) μ . Heterothallisch. Optimum für Wachstum, Sporulation und Zygotenbildung zwischen 30° und 34°C. Maximum bei etwa 48°C.

Alle Stämme von *A. ramosa* ließen sich von Ellis & Hesselatine (1966) mit *A. corymbifera* kreuzen, es wurden lediglich weniger Zygoten ausgebildet als bei *A. ramosa*-Stämmen untereinander.

In Nasenschleim und im menschlichen Ohr (Lindt 1886, Siebenmann 1889); Dänemark, bei krankhaftem Abortus eines Rindes (Plum 1932); England, als Erreger von Tiermykosen (Ainsworth & Austwick 1955); Norwegen, in Heu, bei 40 - 50°C (Hagem 1910); Indonesien (Boedijn 1958); Amerika, Australien (Ellis & Hesselatine 1966); Tunesien, Erde (Muskat 1955).

16. *Absidia corymbifera* (Cohn) Saccardo & Trotter 1912

Syll. Fung. 21, 825 Abb; (Abb. auch bei Zycha 1935, Linnemann 1936, Ellis & Hesselatine 1966).

Mucor corymbifer Cohn 1884, in Lichtheim, Z. klin. Med. 7, 149

Mucor regnieri Lucet & Constantin 1901, Arch. Parasit. 4, 366

Mucor lichtheimi Lucet & Costantin 1901, Arch. Parasit. 4, 380

Lichtheimia corymbifera (Cohn) Vuillemin 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 126

Lichtheimia regnieri (Lucet & Costantin) Vuillemin 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 126

A. lichtheimi (Lucet & Costantin) Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 143

A. regnieri (Lucet & Costantin) Lendner 1908, Mucor. Suisse, S. 146

Mucor cornealis Cavara & Saccardo 1913, Ann. mycol. 11, 321

Lichtheimia cornealis (Cavara & Saccardo) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 77

Lichtheimia ucrainica Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 78

A. cornealis (Cavara & Saccardo) Dodge 1935, Medical Mycology, S. 114

A. gracilis Linnemann 1936, Flora 130, 203

A. ginsan Kominami, Kobayasi & Tubaki 1952, Mycol. J. 2, 56

A. corymbifera var. *regnieri* (Lucet & Costantin) Coudert 1955, Guide pratique mycol. med. Paris, S. 120

A. ornata Sárbhoy 1965, Canad. J. Bot. 43, 999

(Synonyme fide Ellis & Hesselatine 1966)

Von *A. ramosa* nur durch die mehr kugelige Form der Sporen (2,5 - 5 x 3 - 6,5 μ) unterschieden. Ellis & Hesseltine erwägen eine Zusammenlegung der beiden Arten, wobei dann der Name *A. dubia* Bainier 1882 gültig wäre.

Nach Wettstein (1955) zur Konversion von Steroiden verwandt. Von Ainsworth & Austwick (1955) als Erreger von Tiermykosen angegeben.

Deutschland, aus Mykosen des Menschen (Lichtheim 1884, Siebenmann 1889), Waldböden (Zycha 1935); Heu (Linnemann 1936); Dänemark, aus krankhaftem Abortus einer Kuh (Plum 1932); Frankreich, Erde (Ling-Young 1930, Moreau & Moreau 1941); Jugoslawien (Pišpek 1929); Rußland, Erde (Kyrilenko 1965); Schweiz, Waldböden (Lendner 1908); Indien, aus Kalk (Shetye 1956), Gartenerde (B. S. Mehrotra 1967); Israel, Erde (Joffe 1963); Java, Dung, Erde, faulende Samen (Boedijn 1958); USA., Erde (Waksman 1916, 1917); Ägypten, Erde (Sabet 1935); Afrika, Kakaobohnen (Bunting 1929).

C. Sectio Glauca

1. Sporen rauh, keine Querwand unter dem Sporangium 17. *A. scabra* (S. 105)
Sporen glatt; mit Querwand unter dem Sporangium (2)
2. Sporangienträger gekrümmt, Sporangien nickend 18. *A. reflexa* (S. 105)
Sporangienträger nicht gekrümmt (3)
3. Rasen grau 19. *A. californica* (S. 106)
Rasen violett, rötlich oder grünlich während der Sporulation (4)
4. Rasen grün; Columella oft ohne Fortsätze 20. *A. glauca* (S. 107)
Rasen violett oder rötlich; Columella mit einem großen Fortsatz
..... 21. *A. coerulea* (S. 108)

17. *Absidia scabra* Cocconi 1900

Mem. Ac. Sci. Bologna 5. ser. 8, 85 (Abb. Taf. 1).

Ausläufer in Bogen, mit schwach oder gar nicht verzweigten Rhizoiden. Sporangienträger zu drei oder fünf beisammenstehend, ohne Querwand sich zur Apophyse erweiternd. Sporangienwand in der oberen Hälfte zerfließend. Sporen kugelig, 4,5 - 6 μ , mit Stacheln auf der Membran. Zygoten kugelig, 78 - 86 μ , schwarz. Hülfäden in Wirteln an beiden Suspensoren. Azygoten selten.

In Bologna auf Pferdemit.

18. *Absidia reflexa* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 363 (Abb. 49 - 54).

Ausläufer in steilen Bogen, Rhizoiden kaum ausgebildet. Sporangienträger kurz, gebogen, mit Querwand unter dem Sporangium in der Gegend der Krümmung des Trägers, einzeln von Stolonen kommend. Sporangien birnförmig. Columella kegelig, mit Kragen. Sporen kugelig, 6 μ . Zygoten unbekannt.

Auf Pferdemit.

19. *Absidia californica* Ellis & Hesseltine 1965

Mycologia 57, 230 (Abb. 3 - 6).

Die Art unterscheidet sich von *A. glauca* und *A. coerulea* vor allem durch die Farbe des olivgrauen Rasens. Sporangienträger zu 1 bis 11 von der gleichen Stelle der Stolonen kommend. Sporangien 10 - 38 μ breit. Columella mit bis 5,5 μ langem Fortsatz. Sporen 2,5 - 5,5 μ , kugelig, hellgrau, glatt. Riesenzellen im Agar. Zygoten ähnlich *A. coerulea*. Heterothallisch.

Ellis & Hesseltine haben verschiedene Stämme, so aus Rattenkot, Mäusekot und aus Bodenproben (Kalifornien) untersucht. Die Geschlechtlichkeit der Stämme wurde festgestellt durch Kreuzen mit zwei *Absidia coerulea*-Stämmen, wobei es zu einer imperfekten Paarung kam. Zu einer unvollständigen Reaktion kam es auch mit einem Stamm, der die Charakteristika von *A. glauca* hatte. Mit den Standard-Test-Paaren von *A. coerulea* und *A. glauca* gab es keine Kreuzungsreaktionen.

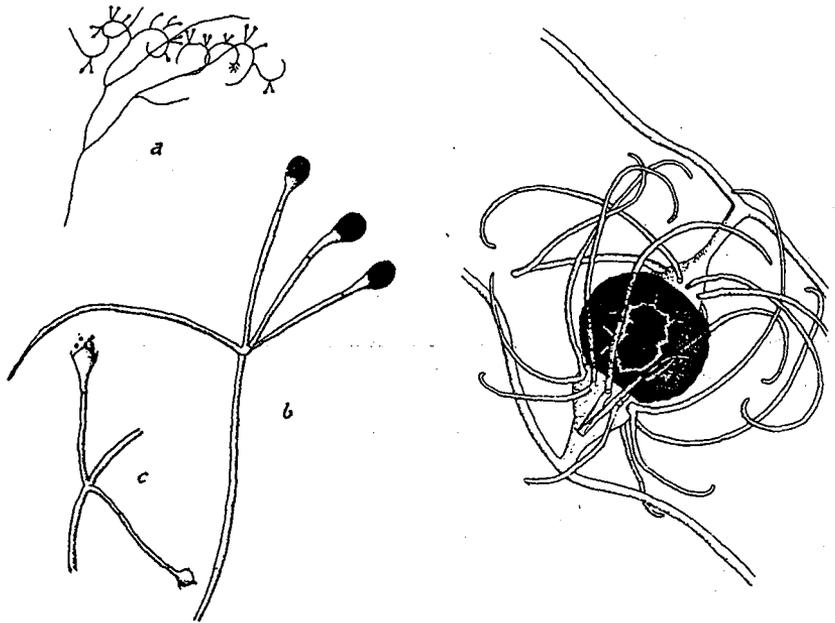


Abb. 36. *Absidia glauca*; Sporangienträger, Sporangien, Columellen und Zygote (n. Lendner 1908)

20. *Absidia glauca* Hagem 1908

Norweg. Mucor. S. 42 (Abb. 19, 20; Abb. auch bei Lendner 1908, Ellis & Hesselstine 1965). Abb. 36.

(?) *A. septata* van Tieghem 1876, Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 362 (fide Zycha 1935)

Tieghemella glauca (Hagem) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 80

A. sphaerosporangioides Manka & Truszkowska 1958, Acta Soc. Bot. Polon. 27, 54 (fide Ellis & Hesselstine 1965).

Schnellwüchsig; R a s e n anfangs weiß, später grünlichgrau, schließlich dunkelgraubraun, bis 2 cm hoch. Auf Reis bei 28°C bläulichgrün. Sporangienträger 8 - 12 x 135 - 1000 μ , aufrecht, zu 1 bis 4, meist zu 2, an der gleichen Stelle auf den Stolonen gebildet, gelegentlich verzweigt, hyalin bis grünlich, später bräunlich, 10 - 15 μ unter der Apophyse stets eine Querwand. Stolonen blaugrün bis bräunlich, bis zu mehreren cm lang, mit wenigen Rhizoiden. Sporangien 30 - 65 μ breit, brinfförmig, erst hyalin, später bräunlich, mit zerfließender Wand. Columella 20 - 50 μ breit, hyalin bis grau, halbkugelig über der Apophyse, mit Kragen, die kleineren Columellen zuweilen mit kurzem, nagelförmigem Fortsatz. Sporen 2,5 - 5 μ , kugelig, hyalin. Nach Ellis & Hesselstine werden gelegentlich im Agar Gemmen (10 x 12 μ) endständig an kurzen Seitenzweigen gebildet. Zygoten auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar 125 - 208 μ , kugelig, in breiter, dichter Zone im Luftmycel, rauh oder warzig, mit Streifen, jung gelbbraun, bei der Reife beinahe schwarz, mit einem großen Öltropfen. Suspensoren ungleich, glatt, erst hyalin, dann gelbbraun, der größere Suspensor 52 - 62,5 μ , halbkugelig, mit 12 - 20 Hüllfäden, der kleinere Suspensor meist 15 μ dick. Hüllfäden auf einem oder beiden Suspensoren. Heterothallisch. Kein Wachstum bei 37°C.

Meist in Erde. Norwegen (Hagem 1908); Deutschland (Johann 1932, Zycha 1935, Krehl-Nieffer 1951, Muskat 1955, Siepmann 1959); England (Dale 1914, Chesters 1948, Warcup 1951, Jefferys et al. 1953); Frankreich (Ling-Young 1930); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Österreich (Janke & Holzer 1929); Rußland (Raïllo 1928, Kyrylenko 1965); Schweiz (Lendner 1908); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); Israel (Rayss 1945, Rayss & Borut 1958); USA. (Pratt 1918, Christenberry 1940, Tresner et al. 1954, Rall 1965, Ellis & Hesselstine 1965, Gochenaur & Backus 1967); Kanada (Bisby et al. 1933); Panamakanalzone (Farrow 1954); Australien (McLennan et al. 1954); Neuseeland (Thornton 1958).

Die var. *paradoxa* Namyslowski 1910 und var. *asparagi* Burgeff 1924 sind nur ungenügend beschrieben.

A. macrospora Vanová 1968 soll sich von *A. glauca* durch größere Sporangien (-103 μ) und durch größere Sporen (-8,4 μ) unterscheiden.

21. *Absidia coerulea* Bainier 1889

Bull. Soc. Bot. France 36, 184 (Abb. bei Oudemans 1902, Ellis & Hesselstine 1965).

A. tieghemi Deckenbach 1896, Scripta botanica Univ. Imp. Petrop. 12, 254 (fide Ellis & Hesselstine 1965)

Mucor saccardoii Oudemans 1902, Arch. Néerland Sci. Exact. et Nat. 2. sér., 7, 278 (fide Zycha 1935)

Pro-Absidia saccardoii Vuillemin 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 116

Tieghemella orchidis Vuillemin 1903, Bull. Soc. Mycol. France 19, 122

A. orchidis (Vuill.) Hagem 1908, Norweg. Mucor. S. 40 (fide Zycha 1935, Ellis & Hesselstine 1965)

Tieghemella tieghemi (Deckenbach) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 80

Tieghemella coerulea (Bainier) Naumov 1935, Clés Mucor. 1939, S. 80

Schnellwüchsig; R a s e n erst weiß, dann violettblau, bis 1,5 cm hoch. Sporangienträger 6 - 12 x 52 - 500 μ , aufrecht, zu 1 bis 5 in einem Wirtel, von Stolonen kommend, gelegentlich verzweigt, erst hyalin, später violettblau, dann hellbraun, 10 - 15 μ unter der Apophyse eine Querwand. Rhizoiden hyalin, später hellbraun. S p o r a n g i e n 18 - 65 μ breit, birnförmig, hyalin bis grau im reflektierten Licht, mit glatter bis fein rauher, zerfließender Wand. C o l u m e l l a 12 - 32 μ breit, hyalin, halbkugelig über der Apophyse, mit Kragen, die mittelgroßen und kleineren Columellen mit bis 4 μ langem Fortsatz. S p o r e n 3 - 5 μ , kugelig, hyalin. Gelegentlich Gemmen (12 x 15 μ) terminal an Seitenzweigen von Substrathyphen im Agar. Z y g o t e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar 83 - 180 μ , kugelig, üppig im Luftmycel, braun bis schwarz, rauh bis warzig, mit großen Öltröpfen. Suspensoren ungleich, glatt, erst hyalin, später gelbbraun, der größere Suspensor 25 - 40 μ , kegelig bis halbkugelig, mit 8 - 20 Hüllfäden, der kleinere Suspensor 15 μ , meist ohne Hüllfäden. Sind die Suspensoren gleich, dann haben beide Hüllfäden. Heterothallisch. Kein Wachstum bei 37°C.

Meist in Erde. Deutschland (Johann 1932, Claussen, Hirte 1961 b); England (Dale 1912, 1914, Chesters 1948, Warcup 1951, Jefferys et al. 1953); Frankreich (Vuillemin 1903, Ling-Young 1930); Holland (Oudemans 1902); Jugoslawien (Pišpek 1929); Norwegen (Hagem 1908); Tschechoslowakei (Niethammer 1935), auf Rohhäuten und Leder (Babička & Semerád 1943); USA., Kanada etc. (Ellis & Hesselstine 1965).

Unsichere Arten, ohne genügende Diagnose:

A. aegyptiacum Sartory, Meyer & Tawfik 1939, C. R. hebdom. Séanc. Acad. Sci. Paris 208, 1842.

A. capillata van Tieghem 1876, Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 362.

A. robusta Raciborski 1899, Akad. Umiej. Krakow. Wydz. Mat. Przyrod. Rozp. 34,31.

A. tuneta Renner & Muskat 1958, Planta 51, 800

Lichtheimia sartory Bailly & Sartory 1927, in Sartory & Bailly, Champ. paras. de l'homme et des animaux, 2. Suppl. S. 5 - 7.

Tieghemella turkestanica Naumov. 1929, Mater. Mycol. Phytopath. 8, 123.

A. clavata B. S. Mehrotra (1967). Sporen kugelig bis oval, 2 - 5 x 1,8 - 3,2 μ , auf Kuhdung in Indien.

A. hesseltinii B. S. Mehrotra & Nand (B. S. Mehrotra 1967). Sporen kugelig bis kurz oval, 4,5 - 7,5 x 4,5 - 10,5 μ , aus Erde und Indien.

XIV. CHLAMYDOABSIDIA Hessel tine & Ellis 1966

Mycologia 58, 761.

Die Gattung ist gekennzeichnet durch birnförmige Sporangien, Stolonen mit Rhizoiden und dunkle große Chlamydosporen am Luftmycel, die bis zu 4 Querwände aufweisen. Das Vorhandensein einer Apophyse an den Sporangien geht weder aus der Beschreibung noch aus der Abbildung hervor.

Kreuzungen mit *Absidia*-Arten führten zu Frühstadien von Zygotenbildung.

Nur eine Art bekannt.

Chlamydoabsidia padeni Hessel tine & Ellis 1966

Mycologia 58, 763 (Abb. 1 - 3).

Auf Czapek-Agar dünner, auf Malzagar schnellwüchsiger, dichter Rasen, bis über 1 cm hoch. Sporangienträger auf Czapek-Agar 3 - 9 x 155 - 570 μ , aufrecht, einzeln von Stolonen und vom Substratmycel kommend, hyalin, fein streifig, mit Querwand unter dem Sporangium, manchmal 2 - 3mal verzweigt; nicht phototropisch. Stolonen 4,5 - 21,5 μ dick. Sporangien 12 - 40 μ , birnförmig, schwachgelb im reflektierten Licht, zerfließend. Columella 6,5 - 25 μ breit, hyalin, oval, oft mit Kragen, gewöhnlich mit einem bis 4,5 μ langen, abgerundeten Fortsatz. Sporen 3,5 - 6,6 μ , kugelig, farblos. Chlamydosporen ellipsoidisch, manchmal von unregelmäßiger Form, 26 - 78 μ breit, dickwandig, mit bis zu vier Querwänden, glatt, einzeln endständig an Hyphen, oft gegenüber Rhizoiden, im Luftmycel; Wand tiefbraun bis schwarz. Substratmycel ohne Gemmen. Zygoten nicht beobachtet. Heterothallisch.

Mit (-) Stämmen von *Absidia californica*, *A. coerulea*, *A. glauca* und *A. repens* auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar bei 25°C gekreuzt, wurden Progametangien ausgebildet und Fusionen beobachtet. Bei 31°C ergab eine Kreuzung mit *A. blakesleeana* (-) auf Malz- und Kartoffelwasser-Dextrose-Agar ebenfalls eine sexuelle Reaktion.

USA., Idaho, Erbsenwurzeln.

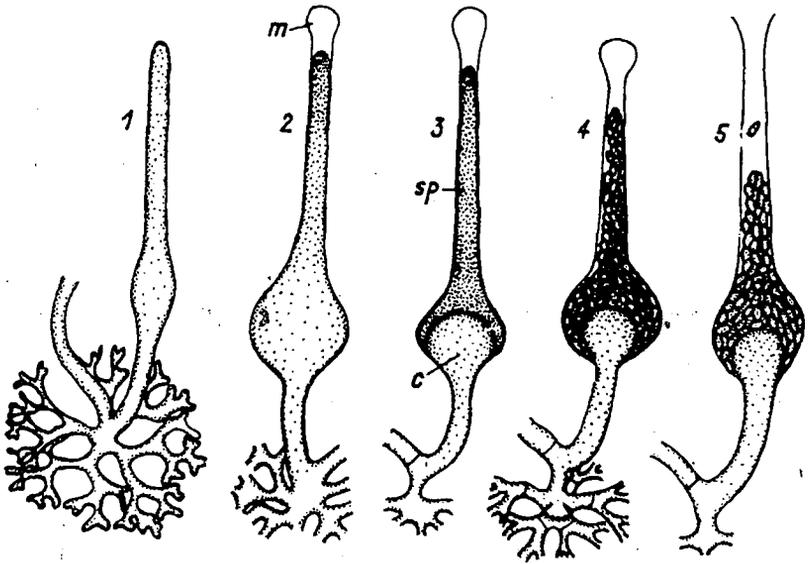


Abb. 37. *Saksenaea vasiformis*; Sporangien-Entwicklung (n. Saksena 1953)

XV. SAKSENAEA Saksena 1953

Mycologia 45, 434.

Sporangien flaschenförmig mit deutlich kugeligem Bauch und langem Hals, einzeln oder zu zweien an den Enden von Lufthyphen. Jeder Sporangienträger steht über einem dichotom verzweigten Rhizoidensystem. Columella kuppelförmig. Die Sporangien öffnen sich durch Auflösung eines apikalen Schleimpfropfens und entlassen die Sporen durch den Hals.

Die Zugehörigkeit dieser Gattung zu den Mukorineen wird vom Autor angenommen, erscheint aber zweifelhaft.

Saksenaea vasiformis Saksena 1953

Mycologia 45, 434 (Abb. 1 - 50), Abb. 37

Schnellwüchsig. Substrathyphen und Lufthyphen verzweigt, 3,2 - 6,4 μ dick. Sporangien einzeln, manchmal zu zweien, am Ende eines Hyphenzweiges, der in ein dichotom verzweigtes Rhizoidensystem ausläuft. Rhizoiden 3,2 - 4,8 μ breit. Zwischen den Rhizoiden und dem Sporangium Träger stielartig, 6,4 - 9,6 x 24 - 64 μ . Sporangien flaschenförmig, mit kugeligem Bauch, 16 - 43,2 x 22,4 - 51,2 μ , mit kuppelförmiger Columella.

mella und langem Hals (6,4 - 11,2 x 54,4 - 200 μ). Sporen länglich, 1,4 - 2,1 x 2,8 - 4,2 μ .

Der Pilz wächst auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar meist nur mit sterilem Mycel. Werden mycelbewachsene Stücke in steriles destilliertes Wasser gelegt, so findet eine üppige Ausbildung von Sporangien statt.

Indien, Walderde (Saksena 1953), gedüngte Erde (B. S. Mehrotra 1967); Panamakanalzone, Erde (Farrow 1954).

XVI. PILAIRA van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 51.

Rasen wie bei der Gattung *Mucor*. Sporangienträger stets unverzweigt, sehr groß. Sporangien ebenfalls groß, mit stark kutinierter schwarzer Wand, welche lange erhalten bleibt. An der Stelle, wo die Wand in die sitzende Columella übergeht, tritt bei der Reife eine starke Quellung ein, welche das Sporangium langsam von der Columella abhebt und die Sporen frei werden läßt. Gemmen nur selten gebildet. Zygoten entstehen im Substrat durch zangenförmige Kopulation gleicher Gametangien. Das Exospor zeigt keine Felderung. (Vgl. Grove 1934)

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. Sporen kugelig | 1. <i>P. nigrescens</i> (S. 111) |
| Sporen oval | 2. <i>P. anomala</i> (S. 111) |
| Sporen länglich | (2) |
| 2. Sporangienträger 3 - 4 mm lang | 3. <i>P. dimidiata</i> (S. 112) |
| Sporangienträger etwa 100 mm lang | 4. <i>P. moreau</i> (S. 113) |

1. *Pilaira nigrescens* van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 60 (Abb. 25 - 28).

Sporangienträger 15 - 20 mm lang, schlaff und bald umsinkend. Sporangien schwarz, bis 100 μ , zuweilen nickend. Columella knopfförmig, in der Mitte mit breit kegelförmigem Fortsatz. Sporen kugelig, sehr ungleich, 5 - 6 μ , einzeln farblos, gehäuft gelblich, mit farbloser, glatter Membran.

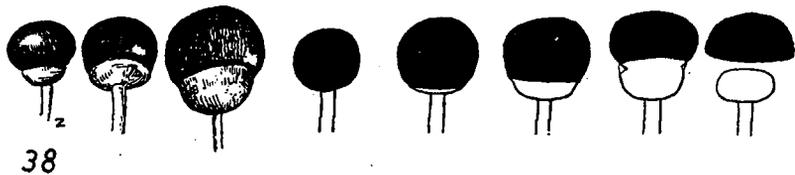
Kaninchen-, Hasenmist (van Tieghem 1875); Breslau, Hasenmist (Schröter 1886).

2. *Pilaira anomala* (Cesati) Schröter 1886

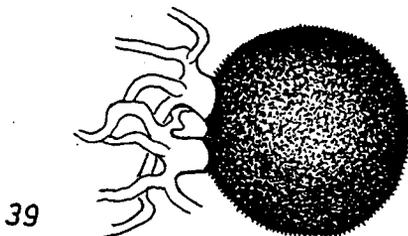
Kryptogamenfl. Schles. 1, 211 (Abb. bei Brefeld 1872, 1881, van Tieghem 1875, Bainier 1882) Abb. 38, 39.

Pilobolus anomalus Cesati 1851, Rabh. Herb. mycol. ed. I, 1542.

P. saccardiana Morini (1904), 1905 (fide Zycha 1935).



38



39

Abb. 38. *Pilaira anomala*; links: reife Sporangien, rechts: Abquellung des Sporangiums (schematisch) (n. Zycha 1935)

Abb. 39. *Pilaira anomala*; Zygote (n. Brefeld aus Zycha 1935)

Rasen sehr locker. Sporangienträger schlaff, sehr bald umfallend, 30 - 80 μ dick, und bis 200 mm lang. Sporangien anfangs weiß oder gelb, reif schwarz, 100 - 250 μ . Columella knopfförmig, farblos, bis 150 μ breit, doch höchstens 60 μ hoch. Sporen regelmäßig oval, 6 x 8 - 9 μ , schwach gelblich. Gemmen unbekannt. Zygoten nach van Tieghem (1875) 100 bis 120 μ , schwarz, mit warzigem Exospor.

Meist auf Exkrementen von Tieren. Deutschland (Schröter 1886, Zycha 1935, Linne-
mann 1936); Holland (Oudemans 1902); England (Jefferys et al. 1953); Frankreich
(Ling-Young 1930); Polen (Namyslowski 1910); Indien (B. S. Mehrotra 1967); USA.
(Sumstine 1910).

3. *Pilaira dimidiata* Grove 1884

J. Bot. 22, 132 (Abb. 7).

Sporangienträger 3 - 4 mm hoch, schlaff, unter dem Sporangium bis zu 100 μ angeschwollen. Sporangien anfangs gelb, dann schwarz, zuweilen nickend, 100 bis 120 μ breit, halbkugelig, der apophysenartigen Anschwellung des Trägers aufsitzend, nach der Reife abquellend. Columella flach, halbkugelig, schwach grau. Sporen länglich elliptisch, 5 - 6 x 12 - 14 μ , einzeln farblos, gehäuft gelblich.

Vermutlich pathologische Form einer *Pilobolus*-Art.

Auf Hundexkrementen in England.

4. *Pilaira moreaui* Ling 1926

Mem. Ac. Sci. Clermont-Ferrand (Abb.).

Sporangienträger erst aufrecht, doch bald umsinkend, 100 - 120 mm lang, 30 μ dick. Sporangien anfangs gelb, reif blauschwarz, kugelig, 300 - 400 μ . Columella flach, breit aufsitzend, 150 - 180 μ breit. Sporen ellipsoidisch bis zylindrisch, 6 - 10 x 11 - 20 μ . Gemmen vereinzelt am Substratmycel.

Frankreich, auf Pferde- und Kaninchenmist.

XVII. *PILOBOLUS* Tode 1784

Schr. Naturf. Fr. Berlin 5, 46

Das Gattungsmerkmal ist in der Ausbildung der Sporangienträger zu einer Schleudervorrichtung gegeben. Die Träger entspringen an einer keulenförmig verdickten Mycelendung, die nach Palla (1900) "Wurzelblase" genannt wird. Sie ist durch eine Querwand vom Mycel getrennt und stets einzellig. An die Wurzelblase schließt sich die ebenfalls verbreiterte Basis des Sporangienträgers an, die "Stielblase", die meist eine typische Länge zeigt und horizontal oder vertikal auf oder in der Oberfläche des Substrats verborgen liegt. Eine weitere Anschwellung, meist von eiförmiger Gestalt, wird direkt unterhalb des Sporangiums gebildet; dieser "subsporangialen Blase" kommt als Schleudermechanismus eine besondere Bedeutung zu. Zur Zeit der Reife ist der ganze Sporangienträger mit kleinen "Tautropfen" bedeckt, die jedoch nicht aus reinem Wasser bestehen, sondern beim Eintrocknen eine helle zuckerähnliche Substanz hinterlassen. Sporangien stets flach, kappenförmig bis höchstens halbkugelig, mit schalenartiger derber Wand, die sich in Wasser nicht auflöst und nur an der Ansatzstelle eine schmale Quellungszone besitzt. Columella kegelförmig, in der Mitte oft etwas eingeschnürt. Sie löst sich mit dem Sporangium vom Träger ab. Sporangienträger und Sporen enthalten, namentlich in der Jugend, Karotin (Zopf 1890, Bünning 1937, a, b, c). Zygoten entstehen an verschlungenen Trägern durch zangenförmige Kopulation. Krafczyk (1931) hat bei *P. crystallinus*, Lyr (1954) bei *P. crystallinus* und *P. kleinii* (*P. gracilis*) die Entwicklung der Zygoten genauer verfolgt.

Die *Pilobolus*-Arten erfordern besondere Kulturmethoden, weshalb es den älteren Autoren nicht gelang, die Pilze in Reinkultur zu ziehen, obwohl ein Teil der Arten auf natürlichem Pferdemist stets leicht und kräftig wächst. Auch Bersa (1930), der sich mit der Ernährungsphysiologie von *P. kleinii* und *P. sphaerosporus* befaßte, gelang es nicht, alle Stämme längere Zeit in Kultur zu erhalten. Nach seinen Angaben sind Pepton, Albumin, Leucin und Asparagin als besonders gute N-Quellen verwertbar, Xylan, oder weniger gut Arabinose und Galactose, als C-Quellen. Weizenstroh stellt ebenfalls einen guten Nährboden dar. Lyr (1954) benutzte Pferdemistpreßsaft-Agar, außerdem ein

Gemisch aus Pferdemist- und Heudekokt. Linnemann (1936) setzte dem Pferdemist-dekokt Na_2CO_3 zu und brachte ihre *P. crystallinus*-Isolierungen dadurch zur Ausbildung von Sporangien (McVicker 1942, pufferte ebenfalls den Mist-Agar). In einer weiteren Studie (1953) hat Lyr versucht, die Wachstumsfaktoren, welche *Pilobolus* benötigt, zu bestimmen. Über Kulturmedien für *Pilobolus* siehe auch Page (1952, 1956). Hesseltine et al. (1952, 1953) sowie Pidacks et al. (1953) isolierten "Coprogen", eine Substanz, die *Pilobolus*-Arten in synthetischen Nährmedien das Wachstum ermöglichen soll.

Die reifen Sporangien werden mit der Columella auf Entfernungen bis zu zwei Meter in Richtung des einfallenden Lichtes abgeschleudert. Buller (1921) konnte zeigen, daß die subsporangiale Blase genau unterhalb des Sporangiums plötzlich aufreißt und der stark turgeszent gespannte Träger seinen Zellsaft ausschleudert, der das Sporangium vor sich herreibt. Mit der Mechanik der Sporenschleuderung und den Problemen, welche der hier besonders stark ausgeprägte Phototropismus stellt, außerdem mit dem Rhythmus der Sporenbildung, befaßten sich viele Physiologen.

Es lassen sich 7 Arten unterscheiden, von denen aber nur 3 häufig gefunden werden.

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Sporen kugelig bis oval | 1. <i>P. longipes</i> (S. 115) |
| Sporen stets kugelig | (2) |
| Sporen ellipsoidisch | (4) |
| 2. Sporen 3 - 4 μ | 2. <i>P. nanus</i> (S. 115) |
| Sporen 8 - 20 μ | (3) |
| 3. Sporen dünnwandig | 3. <i>P. sphaerosporus</i> (S. 115) |
| Sporen dickwandig | 4. <i>P. oedipus</i> (S. 116) |
| 4. Sporangien zwiebförmig | 5. <i>P. umbonatus</i> (S. 116) |
| Sporangien halbkugelig | (5) |
| 5. Sporen 5 - 10 μ | 6. <i>P. crystallinus</i> (S. 116) |
| Sporen 10 - 20 μ | 7. <i>P. kleinii</i> (S. 118) |

Hilfsweise lassen sich normal gewachsene *Pilobolus*-Arten nach der Höhe der Sporangienträger bestimmen:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Sporangienträger 0,5 - 1 mm | 2. <i>P. nanus</i> |
| Sporangienträger 1 - 5 mm | 7. <i>P. kleinii</i> |
| | 3. <i>P. sphaerosporus</i> |
| | 4. <i>P. oedipus</i> |
| Sporangienträger 5 - 10 mm | 5. <i>P. umbonatus</i> |
| | 6. <i>P. crystallinus</i> |
| Sporangienträger 20 - 30 mm | 1. <i>P. longipes</i> |

1. *Pilobolus longipes* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 338 (Abb. 11 - 15; Abb. auch bei Brefeld 1881, Bainier 1882, Buller 1934, Ou 1940, Bessey 1946).

Stielblase goldgelb, langgestreckt dem Substrat anliegend und mit rhizoidenartigen Hyphen befestigt, 1,5 - 2 mm lang und bis 0,5 mm dick. Sporangienträger 2 - 3 cm, sogar bis 7 cm lang. Die subsporangiale Blase ist kurz ellipsoidisch oder kugelig, meist weniger als 1 mm breit und z. T. mit orangefarbenem Inhalt. Sporangien hochgewölbt, mehr als halbkugelig, schwarz, etwa 500 μ breit, Columella kegelig, mit dunkler Membran. Sporen oval bis kugelig, gleichmäßig, 7,4 - 16,8 x 7,2 - 14,9 μ , mit dicker schwach blauschwarzer, nach Bessey (1946) zweischichtiger Membran und orangefarbem Inhalt.

Meist auf Pferdemist. Frankreich (van Tieghem 1876, Bainier 1882, Ling-Young 1930); Deutschland (Brefeld 1881, Lyr 1954); China (Ou 1940); Indien (Mahju 1933, Ginai 1936, B. S. Mehrotra 1967); USA., Pennsylvanien (Sumstine 1910), Michigan (Bessey 1946); Kanada, in Manitoba (Bisby et al. 1929); Brasilien (Viegas & Teixeira 1943).

2. *Pilobolus nanus* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 340 (Abb. 16 - 22; Abb. auch bei Grove 1884).

Die horizontale Stielblase ist geteilt und aus jeder einzelnen Zelle entspringt ein Sporangienträger, so daß diese stets gruppenweise angeordnet sind. Sie werden nicht höher als 1 mm und zeigen eine fast kugelige subsporangiale Blase. Sporen kugelig, farblos, glatt, 3,5 - 4 μ . Im Substrat an kurzen Seitenästchen kugelige Gebilde von 15 - 20 μ Durchmesser, mit gelblicher grobwarzig verdickter Membran (Azygoten?).

Auf Rattenmist (van Tieghem 1876); Indien, Büffelkot (Ginai 1936).

3. *Pilobolus sphaerosporus* (Grove) Palla 1900

Österr. Bot. Z. 50, 365 (Abb. bei Grove 1884).

P. kleinii var. *sphaerospora* Grove 1884, J. Bot. 22, 132

P. argentinus Spegazzini 1880, Fung. Argent. I, 176 (fide Zycha 1935)

P. exiguus Bainier 1882, Thèse, S. 47

P. borzianus Morini 1905, Mem. Ac. Ist. Bologna 6. ser. 3, 126

P. borzianus var. *geminata* Morini 1909, Mem. Ac. Ist. Bologna 6. ser. 6, 123

(?) *P. morinii* (Morini 1906) Saccardo 1905, Syll. Fung. 17, 505

Vor allem durch die (6-) 12 - 20 μ großen dünnwandigen orangegelben Sporen gekennzeichnet. Zygoten (180 μ) wurden von Morini (1906) beobachtet.

Auf Exkrementen verschiedener Tiere. Österreich (Palla 1900, Bersa 1930); Deutschland (Lyr 1954); China (Ou 1940); Indien (B. S. Mehrotra 1967); Java (Boedijn 1958).

4. *Pilobolus oedipus* Montagne 1826

Mem. Soc. Linn. Lyon, S. 1 (Abb. bei Bainier 1882, Grove 1884, Indoh 1962 b).

(?) *P. minutus* Spegazzini 1880, Fung. Argent. I, 176.

Stielblase aufrecht, rübenförmig im Boden stehend. Sporangienträger 1 - 3 mm, seltener bis 5 mm hoch. Stiel- und Wurzelblase zusammen 600 - 2000 μ lang und 200 - 350 μ breit, der Träger selbst 90 - 130 μ dick. Die eiförmige subsporangiale Blase 470 - 660 x 570 - 850 μ , mit dünner Wand und orangerotem Inhalt. Sporangien flach halbkugelig, 280 - 550 μ breit und 170 - 250 μ hoch, schwarz. Columella kegelig, zuweilen bis an den Scheitel des Sporangiums reichend, bis 200 μ hoch. Sporen kugelig, von verschiedener Größe, 8 - 14 μ , mit glatter, zweischichtiger Membran und orangerotem Inhalt. Zygoten nicht bekannt.

Frankreich (Montagne 1826, Ling-Young 1930); Deutschland (Schröter 1886); Indien (B. S. Mehrotra 1967); Japan (Indoh 1962 b); Kanada (Sumstine 1910, Bisby et al. 1929).

5. *Pilobolus umbonatus* Buller 1934

Res. Fungi 6, 178 (Abb. 81 - 43, 87 - 91, 105).

Sporangienträger 3 - 9 mm hoch, subsporangiale Blase - 650 μ lang, 460 μ breit. Sporangien stumpf-zwiebelförmig bis kegelig, 230 μ breit. Columella kegelig, grau. Sporen ellipsoidisch, schwach gelblich, 3 - 4 x 5 - 6 μ .

Kanada, USA., Pferde- und Schafmist (Buller 1934, Thaxter); Deutschland, Hasenkot (Lyr 1954); Indien, Kuhdung (B. S. Mehrotra 1967); China, Schafkot (Ou 1940).

6. *Pilobolus crystallinus* (Wiggers) Tode 1784

Schr. Natfo. Fr. Berlin, 5, 96 (Abb. I; Abb. auch bei van Tieghem 1876, Brefeld 1881, Bainier 1882, Grove 1884, Zopf 1888, Krafczyk 1931 u. a.) Abb. 40.

Hydrogera crystallina Wiggers 1780, Primit. Flor. Holsat. S. 110

Mucor roridus Bolton 1789, Hist. Fung. 3, 168

P. roridus (Bolton) Persoon 1801, Synops. S. 117 (fide Zycha 1935)

P. microsporus (Klein) Brefeld 1881, Bot. Unters. 4, 70

P. schmidtii Saccardo 1926, Syll. Fung. 24, 11.

Sporangienträger einzeln, Stiel- und Wurzelblase im Substrat (etwa 200 x 400 - 600 μ), 5 - 10 mm, seltener bis 20 mm hoch. Subsporangiale Blase eiförmig. 350 - 850 μ breit, 600 - 1300 μ hoch, auf einem 100 - 150 μ dicken Träger, mit farblosem oder nur schwach gelblichem Inhalt. Sporangien 100 - 400 μ (nach Boedijn (1958) bis 529 μ) breit und nur 100 - 150 μ (nach Boedijn bis 345 μ) hoch, schwarz, zuweilen mit dünnen helleren Leistchen auf dem Scheitel. Columella breit kegelig, schwach rauchgrau. Sporen ellipsoidisch, regelmäßig, 3 - 7 x 5 - 12 μ , farblos oder schwach gelblich.

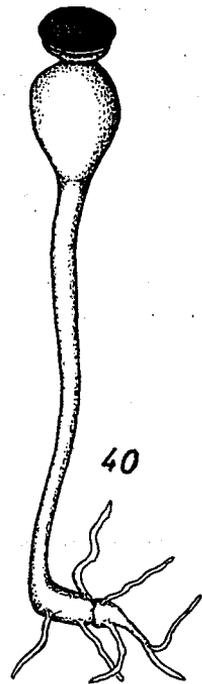


Abb. 40. *Pilobolus crystallinus*; Sporangienträger (n. Brefeld 1881)

Die Entstehung der Zygoten haben Krafczyk (1931) und Lyr (1954) genauer untersucht. Danach ist der Pilz heterothallich. Zygoten, die stets im Substrat angelegt werden ($140 - 200 \mu$), mit glattem Exospor ohne Felderung und Warzen. Sie lassen sich leicht zur Keimung bringen. Lyr (1954) gibt für seine *subsp. typicus* für die Zygoten $80 - 160 \mu$ an. Die Suspensoren beschreibt er als relativ klein, bauchig, meist gleich groß. Auf Pferdemit-Heudekokt-Agar wurden Zygoten in einer scharfen Linie ausgebildet.

Dieser Pilz gehört zu denjenigen Arten, die sich auf Pferdemit und ähnlichen Substraten mit ziemlicher Regelmäßigkeit einstellen. In Deutschland wurde er von verschiedenen Autoren und auch von Zycha (1935), Linnemann (1936) und Lyr (1954) häufig beobachtet. Frankreich (van Tieghem 1876, Bainier 1882, Ling-Young 1930 u. a.); Galizien (Namysłowski 1910 b); Holland (Oudemans 1902); Österreich (Palla 1900, Bersa 1930); China (Ou 1940); Indien (Mahju 1933, Ginai 1936, B. S. Mehrotra 1967); Japan (Indoh 1962 b); Java (Boedijn 1958); Nordamerika (Sumstine 1910, Bisby et al. 1929).

Ungenügend beschriebene Arten. Vermutlich identisch mit *P. crystallinus*:

P. proliferens McVickar 1942, Amer. J. Bot. 29, 378

P. ramosus McVickar 1942, Amer. J. Bot. 29, 379

P. simplex McVickar 1942, Amer. J. Bot. 29, 379

P. hyalosporus Boedijn 1958, Sydowia 12, 340 (Abb. 7).

Träger 5 - 10 mm hoch, subsporangiale Blase oval, 517 - 630 x 340 - 494 μ . Sporangien halbkugelig, schwarz, manchmal mit einem Netzwerk blasser Linien, 218 - 276 μ hoch, 264 - 356 μ breit nahe der Basis. Columella kegelförmig, bis 180 μ hoch. Sporen breit oval, 6 - 8 x 7 - 9,5 μ , hyalin, in Masse gelb. Auf Schafkot in Java.

7. *Pilobolus kleinii* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 337 (Abb. 6 - 10; Abb. auch bei Klein 1872, Brefeld 1881, Bainier 1882, Grove 1884, Palla 1900, Fischer 1892, Buller 1934 u. a.). Abb. 41.

P. crystallinus Klein 1872, Jb. wiss. Bot. 8, 360

P. roseus Spegazzini 1880, Fungi Argent. I, 175

P. heterosporus Palla 1900, Österreich. Bot. Z. 50, 349 (fide Zycha 1935)

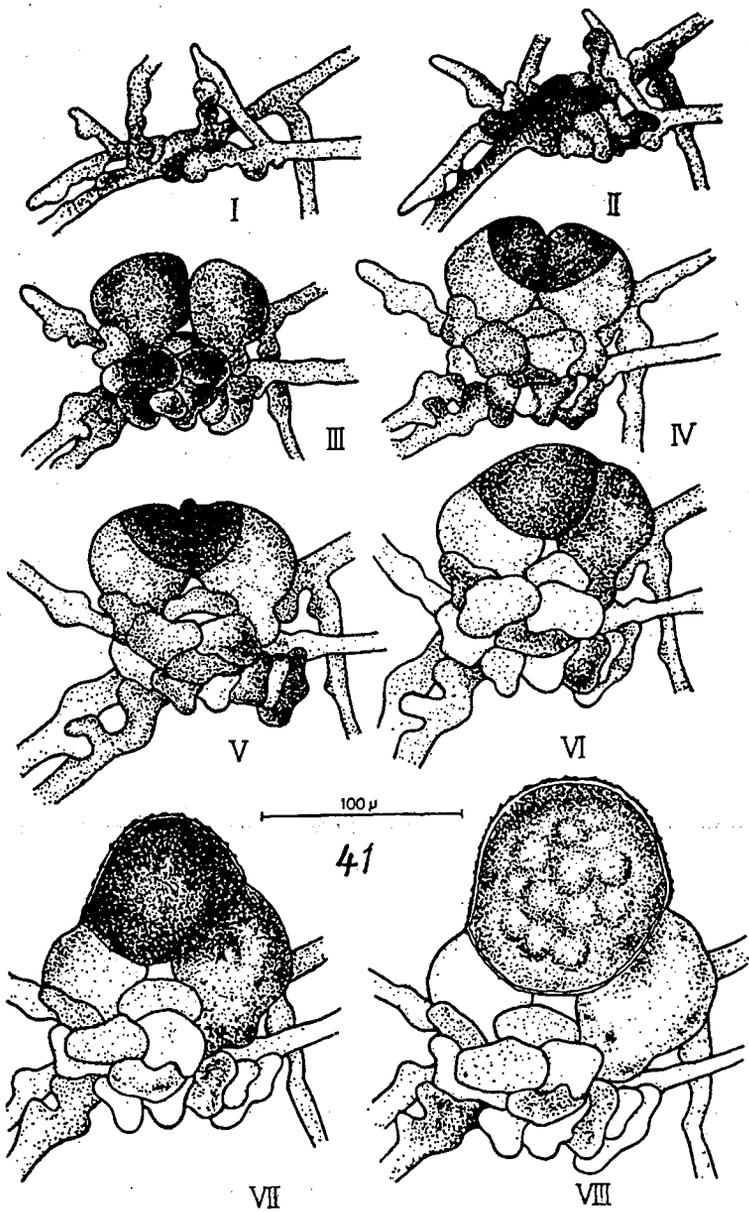
(?) *P. pullus* Masee 1901, Kew. Bull. S. 160.

Stielblase mit orangerotem Inhalt, im Substrat, bis 1 mm lang, rübenförmig. Sporangienträger 2,5 - 5 mm (-12 mm) hoch, 90 - 150 μ dick. Subsporangiale Blase eiförmig, 400 - 700 μ breit und 500 - 860 μ hoch, mit orangerotem, gewöhnlich ringförmig gehäuften Inhalt. Sporangien 300 - 360 μ breit, 170 - 260 μ hoch, schwarz und niemals gefeldert. Columella unten breit kegelig, dann zylindrisch, gelegentlich an der Spitze schnabelförmig ausgezogen, 40 x 80 μ , (nach Boedijn (1958) bis 180 x 185 μ), schwach rauchgrau. Sporen ellipsoidisch bis zylindrisch, 6 - 10 x 9 - 20 μ , orangefarben, mit dünner, glatter Wand. Zygoten von Thaxter, Bessey (1946) und Lyr (1954) beobachtet, kugelig, bis 200 μ , Membran bräunlich, Oberfläche glatt oder schwach rau, bei der Reife mit vielen kleinen Öltröpfchen. Suspensoren langgestreckt, bis 200 μ , tropfenförmig, unterhalb der Zygote etwas aufgebauht, Zygoten diffus über die Agaroberfläche verstreut. Bei zwei Stämmen erhielt Lyr 200 - 300 μ große Azygoten. Heterothallisch.

Auf Pferdemist und ähnlichen Substraten mit ziemlicher Regelmäßigkeit auftretend. In Deutschland von vielen Autoren und auch von Zycha (1935) häufig beobachtet. Frankreich (van Tieghem 1876, Bainier 1882, Ling-Young 1930); Galizien (Namyslowski 1910); Holland (Oudemans 1902); Österreich (Palla 1900, Bersa 1930); Indien (Ginai 1936, B. S. Mehrotra 1967); Israel (Rayss 1945); Java (Boedijn 1958); USA., Pennsylvania (Sumstine 1910), Michigan (Bessey 1946); Kanada, Manitoba (Bisby et al. 1929); Argentinien (Spegazzini 1880).

P. gracilis Lyr 1954 scheint zwischen *P. crystallinus* und *P. kleinii* zu stehen und bedarf noch weiterer Klärung.

Abb. 41. *Pilobolus „gracilis“*; Halbschematische Darstellung der Zygotenbildung (n. Lyr 1954)



XVIII. UTHAROMYCES Boedijn 1958

Sydowia, Ann. Mycol. II. ser. 12, 340.

Sporangienträger aufrecht, später umfallend, anfangs gleichmäßig dick; später schwillt der Träger in einer gewissen Entfernung vom Sporangium an; zwischen dieser nachträglich gebildeten Blase und dem Sporangium wird der Träger dickwandig und dunkelbraun. Sporangien kugelig, an der Basis etwas abgeflacht, schwarz. Das Sporangium wird nicht abgeschossen, es öffnet sich sternförmig und löst sich erst ab, wenn die subsporangiale Blase sich auflöst. Columella kugelig, an der breiten abgestumpften Basis stark eingeschnürt. Sporen blaßgrau, in Masse dunkelgrau, ± kugelig, glatt. Möglicherweise handelt es sich nur um eine pathologische Form von *Pilobolus*.

Utharomyces epallocaulus Boedijn 1958

Sydowia Ann. Mycol. II. Ser. 12, 342 (Abb. 8). Abb. 42

Trophocyst subglobus bis etwas länglich, mit granulärem Inhalt, 63 - 120 x 96 - 200 μ . Sporangienträger 5 mm lang oder länger, 14 - 34 μ breit, anfangs gleichmäßig dick. Schwellung des Trägers kugelig bis oval, dünnwandig, 55 - 187 x 55 - 182 μ . Der Trägerteil zwischen Blase und Sporangium (12 - 27 x 20 - 85 μ) mit 2,5 - 5,0 μ dicker Wand, dunkelbraun, nahe dem Sporangium fast schwarz. Sporangien erst kugelig, gelb, später schwarz und an der Basis mehr oder weniger abgeflacht, 55 - 132 μ hoch, 70 - 170 μ breit. Das Sporangium öffnet sich sternförmig am Scheitel, an der Basis der Columella einen Kragen zurücklassend. Columella kugelig, mit einer tiefen Einschnürung nahe der abgestumpften Basis, 66 - 120 μ hoch, der obere, kugelige Teil 52 - 82 μ , an der Einschnürung 23 - 31 μ , an der Basis 39 - 62 μ breit. Sporen in Masse dunkelgrau, ± kugelig, glatt, 5,5 - 8,0 μ .

Java, Kot von Pflanzenfressern.

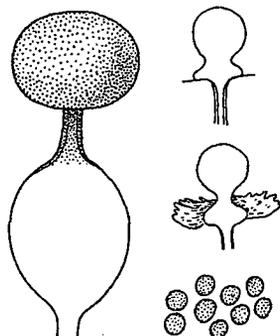


Abb. 42. *Utharomyces epallocaulus*; (n. Boedijn 1958)

2. Familie: THAMNIDIACEAE

(Brefeld 1881, Bot. Unters. Schimmelp. 4, 161)

Von den *Mucoraceae* durch die regelmäßige Ausbildung von Sporangien an besonderen Trägerorganen unterschieden. Sporangien mit mehreren oder auch nur einer Spore. Bei einigen Gattungen wird an der Spitze der die Sporangienstielchen tragenden Trägerachse ein großes *Mucoraceen*-artiges Hauptsporangium gebildet.

Wegen der geringen Unterschiede mag es zweckmäßig erscheinen, die Gattungen *Chaetostylum* und *Helicostylum* zusammenzulegen (vgl. Lythgoe 1958). Da diese jedoch in einem ähnlichen Verhältnis zueinander stehen wie *Mucor* und *Circinella*, erhalten wir sie hier aufrecht.

Gattungen der Thamniaceae

1. Homothallische Arten (2)
Heterothallische Arten und Arten deren Zygoten unbekannt (3)
2. Sporangien und Sporangien vorhanden II. *Dicranophora* (S. 126)
Nur Sporangien vorhanden V. *Cokeromyces* (S. 134)
3. Sporangien einsporig; Hauptsporangien stets fehlend ... VI. *Chaetocladium* (S. 137)
Sporangien mehrsporig (4)
4. Seitenäste am Ende meist kurz gabelig geteilt I. *Thamnidium* (S. 121)
Seitenäste am Ende nicht gabelig geteilt (5)
5. Sporangienstielchen gerade III. *Chaetostylum* (S. 127)
Sporangienstielchen gekrümmt IV. *Helicostylum* (S. 129)

I. THAMNIDIUM Link 1809

Berlin. Mag. Natf. Fr. 3, 31

Die Gattung ist gekennzeichnet durch die regelmäßige Ausbildung von borstenartig aufrechtstehenden Langtrieben mit wirtelig angeordneten, an den Enden oft dichotom aufgeteilten Kurztrieben. Die Langtriebe können mit einem großen mucorartigen Sporangium enden oder steril mit einem Wirtel von Kurztrieben. Die an den Kurztrieben stehenden Sporangien haben eine schwer zerbrechende Wand und keine oder eine stark reduzierte Columella. Zygoten wurden von Bainier (1884) bei *Thamnidium elegans*, der häufigsten Art, gefunden, Hesseltine & Anderson (1956) fanden Zygoten wie bei *Mucor*.

1. Sporangientragende Seitenäste meist unverzweigt (2)
 Sporangientragende Seitenäste dichotom verzweigt (3)
2. Sporangientragende Seitenäste wirtelig am Träger stehend
 1. *Th. simplex* (S. 122)
 Sporangientragende Seitenäste kammartig am Träger stehend
 2. *Th. ctenidium* (S. 122)
3. Sporen kugelig 3. *Th. verticillatum* (S. 124)
 Sporen vorwiegend oval oder ellipsoidisch (4)
4. Sporangienträger mit Sporangiolen und Sporangien, primäre Verzweigungen oft wirtelig, bei 32°C kein Wachstum 4. *Th. elegans* (S. 124)
 Sporangienträger nur Sporangiolen ausbildend, primäre Verzweigungen dichotom, bei 32°C noch Wachstum 5. *Th. anomalum* (S. 125)

1. *Thamnidium simplex* Brefeld 1881

Bot. Unters. Schimmelp. 4, 58 (Abb. 6).

(?) *Mucor agglomeratus* Schostakowitsch 1897, Ber. D. Bot. Ges. 15, 226 (fide Hesseltiñe & Anderson 1956)

R a s e n weiß oder hellbräunlich. Seitenäste zu 10 bis 20 in wirteliger Anordnung am Hauptträger, doch ihrerseits nicht weiter verzweigt. Hauptträger mit großem S p o r a n g i u m endend oder steril, S p o r a n g i o l e n der Seitenäste mit 12 - 24 Sporen. S p o r e n oval.

Auf Pferdemist (Brefeld 1881); Frankreich (Ling-Young 1930).

2. *Thamnidium ctenidium* Durrell & Fleming 1966

Mycologia 58, 797 (Abb. 1 - 9) Abb 43.

R a s e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar schnellwüchsig, 0,3 - 0,4 cm hoch, bräunlich. Sporangienträger etwa 11 x 700 μ , oft mit Querwänden, glatt oder leicht punktiert, phototropisch, an der Spitze ein braunes, kugeliges S p o r a n g i u m von 50 - 70 μ mit Columella. S p o r e n im Sporangium kugelig, 7 - 9 μ , glatt. C o l u m e l l a birnförmig, 37 - 45 x 45 - 60 μ , manchmal kugelig. Sporangienwand zerfließend, etwas inkrustiert. Sporangiolen kugelig, gelblich, 9 - 21 μ , ohne Columella, auf einer Seite des Trägers auf meist unverzweigten Seitenästen von 11 - 75 μ kammartig stehend. S p o r a n g i o l e n und Seitenzweigen rauh. S p o r e n der Sporangiolen etwa kugelig, 7 - 12 μ , glatt zu 1 - 8 in einer Sporangiole. Z y g o t e n nicht beobachtet. Kreuzungsversuche mit *Th. elegans* führten nicht zu Sexualreaktionen.

Oft werden nur *Mucor*-Sporangien oder nur Sporangiolen ausgebildet. Der Pilz wächst bei 6 - 32°C.

Möglicherweise handelt es sich hier um eine Form von *Mucor lamprosporus*.

Kalifornien, salzreiche Erde, pH 9,3.

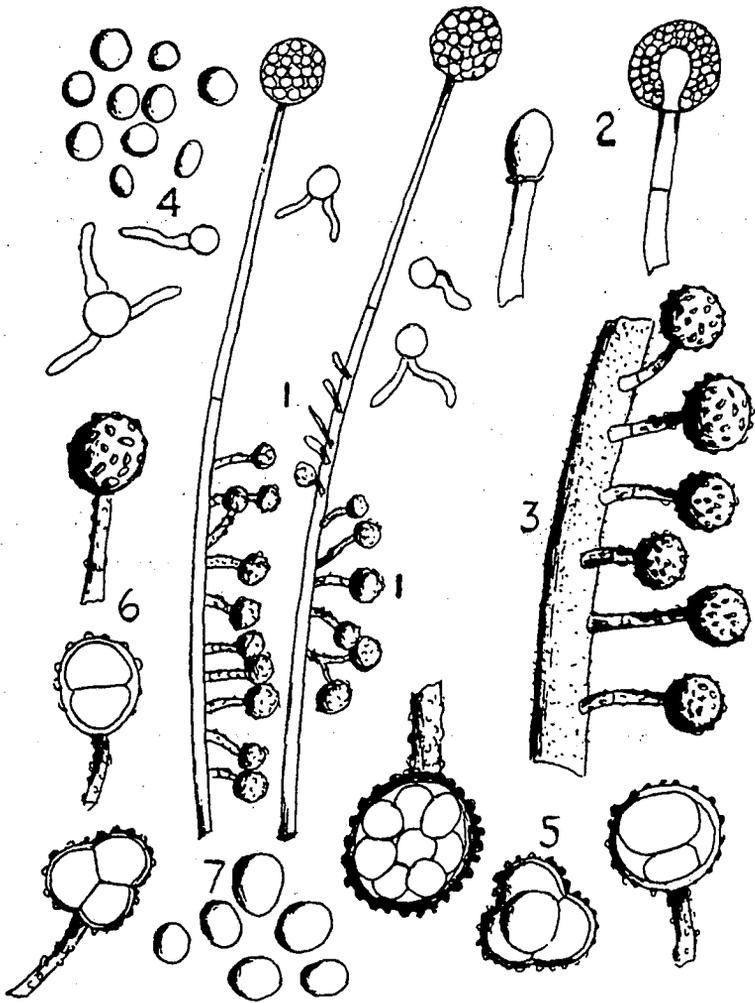


Abb. 43. *Thamnidium ctenidium*; Sporangienträger, Terminalsporangien und Sporangio-
 len (1, 2); Sporangiolen (3, 5); Sporen der Terminalsporangien (4) und der Sporangio-
 len (7); (verschiedene Vergrößerung) (n. Durrell & Fleming 1966)

3. *Thamnidium verticillatum* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 376 (Abb. 84 - 88).

Sporangienträger 8 - 10 mm hoch, mit oder ohne Endsporangium. Seitenäste überragen meist die Spitze des Hauptastes, zu 4 bis 6 in wirteliger Anordnung, am Ende zweimal gabelig aufgespalten. Sporangien weiß, Sporangiolen mit etwa 20 Sporen. Columella der Hauptsporangien groß, kegelig bis zylindrisch, bei den Sporangiolen nur als leicht vorgewölbte Querwand ausgebildet. Sporen kugelig, 5 - 6 μ , glatt, farblos. Auf Pferdemist.

4. *Thamnidium elegans* Link 1809

Berlin Mag. Natf. Fr. 3, 31 (Abb. 45; Abb. auch bei van Tieghem & Le Monnier 1873, Bainier 1882, 1884, Brefeld 1891, Bachmann 1895 u. a.) Abb. 44.

Melidium subterraneum Eschweiler 1822, De fructificat. gen Rhizomorphyae comment. S. 33 (fide Fischer 1892)

Mucor elegans (Link) Fries 1832, Syst. Myc. 3, 322

Ascophora elegans Corda 1839, Icon. Fung. 3, 14

Melidium arbuscula Otth 1865, Mitt. d. naturf. Ges. Bern, S. 172

Th. van tieghemii Berkeley & Broome 1875, Ann. Mag. Nat. Hist. 4. Ser. 15, 40

Th. arbuscula (Otth) Sacc. 1899, Syll. Fung. 14, 435

Th. elegans (Fries) Lind 1913, in Rostrup Danish Fungi, S. 73

(Synonyme fide Hesseltine & Anderson 1956).

Ras en bis 2 cm hoch, anfangs weiß, später hellgrau. Sporangienträger bis 32 μ dick, aufrecht, entweder klein, verzweigt, mit Sporangiolen oder größer, entweder unverzweigt, mit Sporangien oder verzweigt mit terminalen Sporangien und sporangiolentragenden Seitenzweigen. Sporangiolentragende Zweige an den Enden zwei- oder mehrmals gabelig geteilt. Sporangien anfangs weiß, später hellgrau, 40 - 200 μ , mit zerfließender Wand und eiförmiger Columella (30 - 60 x 50 - 75 μ). Sporangiolen grau, 8 - 16 μ , ohne Columella, abfallend, mit samtartiger, nicht zerfließender Wand und mit 2 - 6 Sporen. Sporen der Sporangien und Sporangiolen gleich, oval bis ellipsoidisch, glatt, hyalin oder leicht gelblich, 4,5 - 8 x 6,5 - 15,5 μ . Zygoten werden nach Hesseltine & Anderson (1956) auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar im Luftmycel bei 6 - 7°C gebildet, nicht bei 20°C oder darüber. Sie sind *Mucor*-ähnlich, schwarz, rauh, kugelig, 52 - 156 μ . Sporensoren 30 - 60 μ . Heterothallisch.

Temperaturbereich: Minimum 0°, Optimum 27°, Maximum etwa 31°C. Über den Einfluss von Licht auf Wachstum und Sporulation s. Lythgoe 1961, 1962.

Nach Hesseltine (1965) soll der Pilz rohem, abhängendem Rindfleisch einen charakteristischen, angenehmen Geschmack verleihen. Über das Vorkommen von *Th. elegans* an Fleisch in Kühlhäusern s. auch Semeniuk & Ball (1937), Haines & Smith (1933).

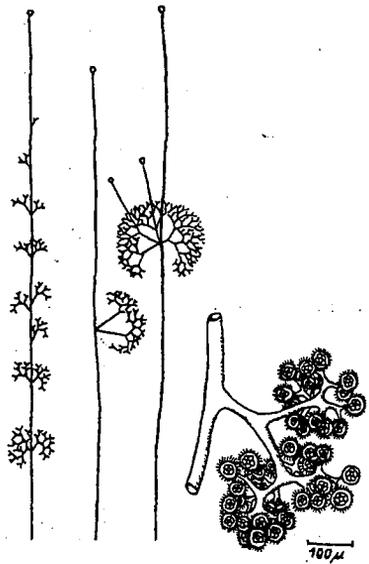


Abb. 44. *Thamnidium elegans* (n. Brefeld 1891 aus Zycha 1935)

Häufig auf Pferdemist und faulenden Substraten: Deutschland (Link 1809, Schröter 1886, Zycha 1935, Rehm & Rehm 1953); England (Dale 1914); Frankreich (Ling-Young 1930); Holland (Oudemans 1902); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Rußland (Kursanow & Schkijar 1938); Tschechoslowakei (Niethammer 1933); Ungarn (Feher 1933); Indien (B. S. Mehrotra 1967); Israel (Joffe 1963); Nordamerika (Sumstine 1910, Jensen 1912, Pratt 1918, Bisby et al. 1929, Hesselstine & Anderson 1956); Nordafrika (Killian & Feher 1935).

5. *Thamnidium anomalum* Hesselstine & Anderson 1956

Amer. J. Bot. 43, 699 (Abb. 4 - 6).

R a s e n bis 1 cm hoch, erst weiß, später olivgrau. Sporangienträger aufrecht, mit vielen Querwänden, hyalin, weniger als 1 cm hoch, 10 - 21 μ dick, dichotom verzweigt. Nur Sporangien. S p o r a n g i o l e n abfallend, kugelig, hellgrau, mit bis 12 Sporen, 9 - 16 μ , mit zerbrechender Wand. S p o r e n glatt, hyalin, oval bis kugelig, z. T. kantig, 2,5 - 6,5 x 4 - 9 μ . Gemmen im Substrat, einzeln oder in Ketten, sprossend, 5 - 32 μ . Wachstum bei 6 - 32°C. Keine Zygoten.

Bei Kreuzungsversuchen mit *Th. elegans*-Stämmen wurden keine Sexualreaktionen beobachtet.

Kalifornien, auf Dung.

Nach Hesseltine & Anderson 1956 ungenügend beschriebene Arten:

Th. aurantiacum Krassinski 1873, in Rochard, Ann. Hyg. Publ. et Med. Lég. Paris II, 40, 83

Th. mucoroides Zukal 1890, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 40, 589

Th. cyaneum Pound & Clements 1896, Bot. Sur. of Neb. 4, 5.

II. DICRANOPHORA Schröter 1886

Jber. schles. Ges. vaterl. Kult. 64, 184.

R a s e n zart, gelb, mit bis 6 mm hohen Sporangienträgern. Hauptachsen nur selten verzweigt, doch tragen sie in mehr oder weniger deutlicher Ausbildung einen Wirtel kurzer, mehrfach gabelig geteilter Seitenästchen. Die Hauptachsen tragen große Sporangien mit Columella, die kurzen Gabelästchen tragen mehrsporige Sporangiolen, ebenfalls mit Columella. Nach Dobbs (1938) stehen die Sporangiolen auch auf separaten, dichotom verzweigten Trägern. Nur eine Art.

Dicranophora fulva Schröter 1886

Jber. schles. Ges. vaterl. Kult. 64, 185 (Abb. bei Schröter 1897, Vuillemin 1907, Ling-Young 1930, Dobbs 1938).

R a s e n sehr locker, auffallend gelb gefärbt. Sporangienträger einfach oder verzweigt, Trägerachse gleichmäßig dick oder etwas angeschwollen. Große Sporangien meist an unverzweigten Trägern. Die gabelige Verzweigung der Träger kann entsprechend der Lichtintensität dicht oder weniger dicht sein. Zuweilen Querwände in den Zweigen. Die Sporangienmembran löst sich nach Dobbs (1938) anscheinend noch während der Ausbildung der Sporen auf. Hauptsporangien mit Apophyse. Columella halbkugelig bis kegelförmig. Sporangiolen mehr oder weniger kugelig, die halbkugelige Columella ragt weit in die Sporangiole hinein. 1 - 7 Sporen je Sporangiole. Sporangiosporen und Sporangiolensporen gleich, 5 - 30 (-50) μ , kugelig oder unregelmäßig oval. Zygoten schwarzbraun, 150 - 200 μ , mit nur schwach warzigem Exospor. Zygotenbildung häufig beobachtet (Ling-Young 1930, Zycha 1935) und von Dobbs (1938) näher untersucht. Homothallisch.

Optimale Temperatur für Wachstum und Sporulation etwa 19°C (Peyronel 1932, Dobbs 1938). Nach Schopfer (1935) bildet der Pilz Karotin.

Bisher nur auf Agaricineen-Fruktkörpern (*Paxillus*, *Gomphidius*, *Boletus*) gefunden. Deutschland (Schröter 1886, Zycha 1935, Linnemann 1936); Frankreich (Ling-Young 1930); Griechenland (Vuillemin 1907); Italien (Peyronel 1928); Nordamerika (Blakeslee 1904).

III. CHAETOSTYLUM van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sci. Nat. 5. sér. 17, 328.

Bulbothamnidium Klein 1870, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 20, 557 (fide Hesseltine & Anderson 1957).

Von *Thamnidium* dadurch unterschieden, daß die Seitenzweige nicht gabelig geteilt sind. Die geraden Sporangienstielchen stehen wirtelig oder racemös an den Seitenzweigen 1. oder 2. Ordnung oder direkt an der Trägerachse. Bei *C. fresenii* kommen die Seitenzweige von Anschwellungen der Hauptachse, die Sporangienstielchen stehen auf Anschwellungen der Seitenzweige, bei *C. venustellum* werden keine Anschwellungen ausgebildet. Die Trägerzweige enden z. T. steril, die Hauptachse trägt ein *Mucor*-ähnliches Sporangium oder sie endet steril. Z y g o t e n unbekannt.

Sporangienstielchen wirtelig an Aufblähungen der Hauptachse oder der Seitenzweige 1. *C. fresenii* (S. 127)

Sporangienstielchen wirtelig oder racemös an den nicht angeschwollenen Seitenzweigen oder an der nicht angeschwollenen Hauptachse 2. *C. venustellum* (S. 127)

1. *Chaetostylum fresenii* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sci. Nat. 5. sér. 17, 328 (Abb. 61 - 63; Abb. auch bei Bainier 1882, Brefeld 1881, 1891, Hesseltine & Anderson 1957, Lythgoe 1958, Indoh 1965) Abb. 45

Ascophora pulchra Preuss 1851, Linnaea 24, 139 (fide Fischer 1892)

Bulbothamnidium elegans Klein 1870, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 20, 557 (fide Hesseltine & Anderson 1957)

Thamnidium chaetocladioides Brefeld 1881, Bot. Unters. Schimmelp. 4, 57

Thamnidium fresenii (van Tieghem & Le Monnier) Schröter 1886, in Cohn Kryptogamenfl. v. Schles. 3, 210 (fide Hesseltine & Anderson 1957)

Chaetostylum echinatum Sorokine 1889, Rev. Mycol. 11, 141 (fide Hesseltine & Anderson 1957)

(?) *Mucor agglomeratus* Schostakowitsch 1897, Ber. D. Bot. Ges. 15, 226

Bulbothamnidium pulchrum (Preuss) Sumstine 1910, Mycologia 2, 143

Bulbothamnidium pulchrum var. *variabile* Sumstine 1910, Mycologia 2, 144 (fide Hesseltine & Anderson 1957)

Chaetostylum fresenii var. *macrosporum* Naumov 1933, Clés *Mucor*. 1939, S. 60 (fide Hesseltine & Anderson 1957)

Helicostylum fresenii (van Tieghem & Le Monnier) Lythgoe 1958, Trans. Brit. Mycol. Soc. 41, 135.

Auf SMA R a s e n hellgrau bis grau, Sporangienträger hyalin, 1 - 3 cm hoch, bis 52 μ dick, glattwandig oder fein streifig, vom Substratmycel kommend, in ein großes Hauptsporangium oder in eine sterile Spitze auslaufend. Seitenzweige gehen in wirteliger Anordnung aus einer Aufblähung des Haupttriebes

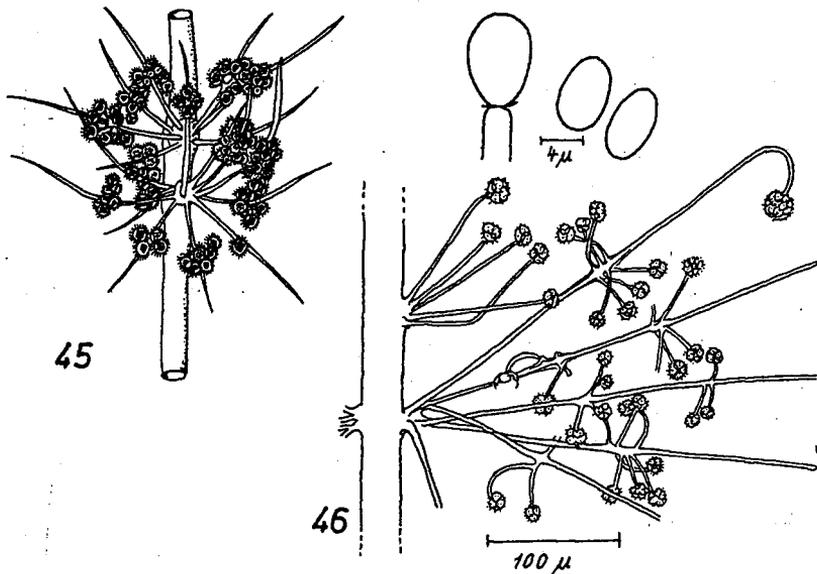


Abb. 45. *Chaetostylum fresenii* (n. Brefeld 1891) Abb. 46. *Chaetostylum venustellum* (n. Lythgoe 1958)

hervor. Lythgoe (1958) hat wirtelige Verzweigungen 2. und 3. Ordnung beobachtet. Die geraden Sporangienstielchen sind wirtelig angeordnet, die Trägerzweige enden steril. Sporangien (terminal an der Hauptachse) kugelig, *Mucor*-ähnlich, 80 - 225 μ , hellgelb bis olivgrau im reflektierten Licht, mit inkrustierter, zerfließender Wand. Columella birnförmig, oval oder kugelig (in den kleineren Sporangien), 30 - 110 μ x 35 - 120 μ , hyalin bis hellbraun, glatt, Kragen schwach ausgeprägt. Oft ist der Träger unter dem Sporangium etwas eingeschnürt. Die blaugrauen Sporangiolen brechen mit einem Teil des Stieles ab. Sie enthalten meist 3 - 5, seltener bis 20 Sporen und oft eine kugelige oder abgeflachte, bis 10 μ große Columella. Sporangienwand zerbrechend. Sporen aus Sporangien und Sporangiolen gleich, oval bis ellipsoidisch, oft auch etwas unregelmäßig, farblos, 5 - 8,5 x 7,5 - 15 μ (bis 8,5 x 25,5 μ). Hesseltine & Anderson fanden im Substratmycel einige Gemmen. Zygoten unbekannt. Bei 7 - 20°C normales, darüber abnormales Wachstum.

Frankreich (van Tieghem & Le Monnier 1873, Ling-Young 1930); Deutschland, Mist (Brefeld 1881, Schröter 1886); England, Fleisch (Lythgoe 1958); Holland (Oudemans 1902); Japan, Rindfleisch (Indoh 1965); Nordamerika (Sumstine 1910), Michigan, Rindfleisch (Hesseltine & Anderson 1957); auf gelagertem Fleisch (Haines & Smith 1933).

2. *Chaetostylum venustellum* (Lythgoe) comb. nov.

(Abb. bei Lythgoe 1958) Abb. 46.

Helicostylum venustellum Lythgoe 1958, Trans. Brit. Mycol. Soc. 41, 140 (Abb. 1 D, 3 A, B)

R a s e n 1 - 4 cm hoch. Sporangienträger aufrecht, mit racemös oder wirtelig angeordneten Seitenzweigen. Haupt-s p o r a n g i e n kugelig, *Mucor*-ähnlich, mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a oval. Seitenzweige des Trägers entweder mit sterilen Enden und gerade, oder in eine normale oder abortive Sporangiole endend und dann etwas gebogen. Die geraden Sporangienstielchen stehen in Wirteln oder racemös auf den nicht angeschwollenen Seitenzweigen oder direkt an der Hauptachse. Sporangien mit dauerhafter, rauher Wand und halbkugeliger Columella, mit 4 bis 20 (meist 6) Sporen. Sporen der Hauptsporangien und der Sporangien gleich, hyalin, oval, 3,5 - 7 x 5,5 - 7,5 μ .

England, auf toten Holzläusen; offenbar nicht kultiviert.

IV. *HELICOSTYLUM* Corda 1842

Icon. Fung. 5, 18, 55

Die Pilze dieser Gattung unterscheiden sich von den *Chaetostylum*-Arten vor allem dadurch, daß die Sporangienstielchen gekrümmt sind. Die Sporangienträger sind verzweigt. Die Sporangienstielchen sind in Rosetten oder racemös angeordnet. Die Trägerachse endet entweder steril oder mit einem Bündel von Sporangienstielchen oder mit einem großen Sporangium. Auch die Seitenzweige können in ein großes Sporangium auslaufen, in ein Bündel von Sporangienstielchen oder in eine sterile Spitze. Z y g o t e n *Mucor*-ähnlich, nur bei *H. piriforme* bekannt.

1. Hauptsporangien ohne Apophyse (2)
Hauptsporangien mit Apophyse (3)
2. Sporangienstielchen auf den Zweigen racemös angeordnet ... 1. *H. elegans* (S. 130)
Sporangienstielchen an der Hauptachse oder an den Seitenzweigen an mehr oder weniger ausgeprägten Anschwellungen wirtelig angeordnet .. 2. *H. cordense* (S. 130)
3. Sporangien kugelig 3. *H. nigricans* (S. 130)
Sporangien birnförmig (4)
4. Sporen bis 4 μ 4. *H. glomeratum* (S. 132)
Sporen bis 7 μ 5. *H. lucknowense* (S. 132)
Sporen 7 - 14 μ (5)
5. Sporangienträger straff aufrecht 6. *H. piriforme* (S. 133)
Sporangienträger rankend oder niederliegend 7. *H. repens* (S. 134)

1. *Helicostylum elegans* Corda 1842

Icon. Fung. 5 55 (Abb.; Abb. auch bei Bainier 1906, Van Tieghem & Le Monnier 1873, Lythgoe 1958).

Thamnidium amoenum (Preuß) Schröter 1893, in Engler & Prantl Nat. Pfl. Fam. 1 (1) 128 (fide Hesselstine & Anderson 1956)

Thamnidium helicostylum (Bonorden) Pound 1894, Geol. a. Nat. Hist. Surv. Minnesota, Bot. Ser. 2, 99 (fide Hesselstine & Anderson 1956)

Chaetostylum elegans (Corda) Bainier 1906, Bull. Soc. Mycol. France 22, 212

Chaetostylum circinans Bainier 1906, Bull. Soc. Mycol. France 22, 212

R a s e n gelblich, Sporangienträger aufrecht, 0,5 - 4 cm hoch, meist mit großem, bräunlichem Endsporangium ohne Apophyse, mit glatter farbloser Membran und verkehrt eiförmiger C o l u m e l l a. Hauptachse und Seitenzweige ohne Schwellungen. Die gekrümmten Sporangienstielchen sind meist auf Verzweigungen 1. Ordnung racemös angeordnet. Sporangienstielchen 3 - 4 x 50 - 200 μ . S p o r a n g i o l e n kugelig, 8 - 22 μ , mit 4 - 20 Sporen von 4 - 6 x 6 - 8 μ . Gemmen beobachtet. Z y g o t e n unbekannt.

Frankreich, auf organischen Substraten (van Tieghem 1873, Bainier 1906); England, auf toten Holzläusen (Lythgoe 1958).

2. *Helicostylum cordense* B. S. Mehrotra & B. R. Mehrotra 1963

Lloydia 26, 27 (Abb. 1 - 3).

Auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar wolliges, farbloses Mycel. Sporangienträger aufrecht, unverzweigt, einfach oder wirtelig verzweigt, mehrere mm lang, 2,5 - 7,5 μ dick. Hauptachse und Seitenzweige mit terminalem Sporangium ohne Apophyse, 11 - 45 μ , kugelig, braun, mit zerfließender Wand. C o l u m e l l a kugelig, hyalin, 10 - 37,5 μ , mit Kragen. An der Hauptachse und an den Seitenzweigen stehen an mehr oder weniger ausgeprägten Anschwellungen die Sporangienstielchen in Wirteln zu 10 bis 26. Sporangienstielchen *Circinella*-artig gebogen, 2,5 x 23 - 192 μ . S p o r a n g i o l e n kugelig, braun, stachelig, zerbrechend, ohne C o l u m e l l a, 7,7 - 15 μ , mit 12 - 24 Sporen. S p o r e n ellipsoidisch, hyalin, 2,2 - 4,4 x 4,4 - 7,7 μ . Gemmen interkalar und terminal.

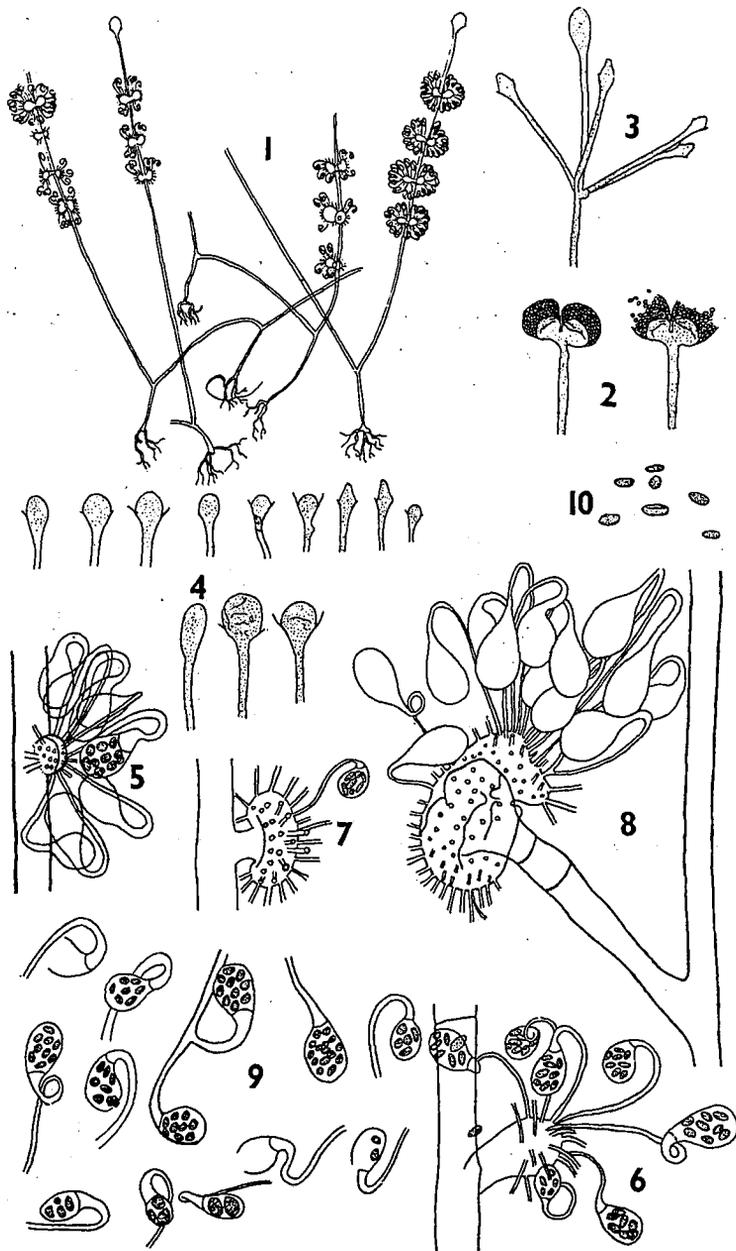
Walderde in Indien.

3. *Helicostylum nigricans* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 374 (Abb. 79 - 83).

Thamnidium nigricans (van Tieghem) Migula 1910, Kryptog. Fl. III, 1, 207

Sporangienträger aufrecht, bis 1 cm hoch, Hauptsporangium mit Apophyse, Anschwellungen mit Wirteln gekrümmter Sporangienstielchen. S p o r a n -



g i o l e n kugelig, wenigsporig. S p o r e n farblos, glatt, breit ellipsoidisch, 5 - 6 x 8 - 9 μ . Z y g o t e n und Gemmen unbekannt.

Auf Exkrementen.

4. *Helicostylum glomeratum* (van Tieghem & Le Monnier) van Tieghem 1876 Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 371 (Abb. 74 - 78; Abb. auch bei van Tieghem & Le Monnier 1873).

Circinella glomerata van Tieghem & Le Monnier 1873, Ann. Sci. Nat. 5. ser. 17, 310

Thamnidium glomeratum (van Tieghem) Migula 1910, Kryptog. Fl. III, 1, 207

Sporangienträger aufrecht, 1 - 2 cm hoch, mit mehr oder weniger wirtelig angeordneten, fast waagerechten Seitenästen, welche am Ende sich keulig erweitern und ein dichtes Büschel zahlreicher gekrümmter kurzer Sporangienstielchen tragen. Haupt s p o r a n g i e n kugelig, groß, mit schwach ausgebildeter Apophyse. S p o r a n g i o l e n birnförmig, nickend wie bei *H. piriforme*, 20 x 26 μ , mit 4 - 20 Sporen. S p o r e n oval, 2 x 3 μ .

Auf Pferdemit.

5. *Helicostylum lucknowense* Rai, Tewari & Mukerji 1961,

Canad. J. Bot. 39, 1282 (Abb. 1 - 15) Abb. 47.

R a s e n erst weiß, später gelblich. Träger aufrecht, häufig verzweigt, 0,8 - 5 mm hoch, 5 - 19 μ dick, vom Substratmycel oder von Stolonen mit Rhizoiden kommend. Endständige S p o r a n g i e n mit Apophyse, bis 80 μ , zerfließend. C o l u m e l l a halbkugelig, kegel- oder kuppelförmig, bis 34 μ hoch. Die gekrümmten Stielchen mit den birnförmigen Sporangien stehen an knotigen, endständigen Erweiterungen von Seitenzweigen oder sie sitzen direkt an seitlichen Anschwellungen des Trägers. Sporangienstielchen 1 - 2,4 x 35 - 64 μ . S p o r a n g i o l e n birnförmig, mit aufbrechender Wand, häufig mit kleiner C o l u m e l l a, bei der Reife abfallend, 7 - 11 x 8 - 16 μ , 2 - 16-sporig. S p o r e n der Sporangien und Sporangien hyalin, oval bis stäbchenförmig, glatt, 1,6 - 3,2 x 3,2 - 7 μ .

Indien, Erde (Rai, Tewari, Mukerji 1961, B. S. Mehrotra 1967).

Die Art ähnelt dem von van Tieghem 1876 beschriebenen und seither nicht wieder gefundenen *H. glomeratum*.

Nach einer brieflichen Mitteilung an Rai, Tewari und Mukerji konnte R. K. Benjamin bei Kreuzungen mit Isolierungen aus den USA. und Mexiko Zygoten erhalten.

Abb. 47. *Helicostylum lucknowense*; Sporangienträger mit Terminalssporangium (1-3); Columellen (4); Sporangien (5-9) (n. Rai et al. 1961)

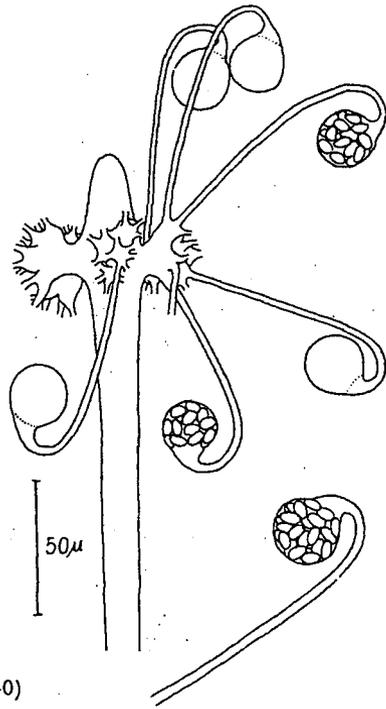


Abb. 48. *Helicostylum piriforme*: (n. Ou 1940)

6. *Helicostylum piriforme* Bainier 1880

Bull. Soc. Bot. France 27, 226 (Abb. 5 - 11; Abb. auch bei Bainier 1883, Grehn 1932, Ou 1940, Lythgoe 1958, B. S. Mehrotra & M. D. Mehrotra 1962) Abb. 48

Thamnidium piriforme (Bainier) Migula 1910, Kryptog. Fl. III, 1, 207

Auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar schnellwüchsig. Sporangienträger aufrecht, einfach oder verzweigt, 12 - 30 μ dick, Hauptachse in ein Sporangium auslaufend oder mit steriler Spitze, unter der ein oder mehrere Kränze von Sporangiolen gebildet werden. Seitenzweige am Ende mit einer Rosette von Sporangiolen. Die Sporangiolenstielchen sind am Ende umgebogen, so daß die Sporangiolen auf die Stielchen zu gerichtet sind. Hauptsporangien 90 - 170 μ , schwärzlich, mit Apophyse. Columella 64 - 108 μ . Sporangiolen birnförmig, 12 - 21 x 13 - 23 μ , mit ausdauernder Wand, meist mit deutlicher halbkugeliger Columella. Sporen ellipsoidisch, 4 - 6 x 5 - 10 μ . Zygoten nach Mehrotra & Mehrotra (1962) im Luftmycel und vom *Mucor*-Typ, zwischen zwei einander gegenüberstehenden Suspensoren, schwarz, kugelig, 66 - 165 μ , Oberfläche warzig. Nach Blakeslee (1909) heterothallisch.

Mehrotra & Mehrotra (1962) haben verschiedene Temperaturbereiche, pH-Stufen sowie C- und N-Quellen hinsichtlich ihres Einflusses auf das Wachstum geprüft. Zygotenbildung nur mit Glutaminsäure oder auf Dung.

Über die Hydroxylierung von Steroiden s. Wettstein 1955.

Auf Exkrementen verschiedener Tiere (Bainier 1880); China (Ou 1940); Indien (Ajrekar & Dharmarajulu 1931, Rugmini 1956, Vijayalakshmi 1961, B. S. Mehrotra & M. D. Mehrotra 1962); Australien, Erde (Warcup 1957).

7. *Helicostylum repens* van Tieghem 1876

Ann. Sci. Nat. 6. ser. 4, 389 (keine Abb.)

Thamnidium repens (van Tieghem) Migula 1910, Kryptogamenfl. III, 1, 208.

R a s e n anfangs weiß, später braun, bis 5 cm hoch. Von den vorhergehenden Arten dadurch unterschieden, daß die Sporangienträger nicht aufrecht stehen, sondern rankend sich ausbreiten und gelegentlich Rhizoiden bilden. Haupt s p o r a n g i e n groß, kugelig, mit großer halbkugeliger schwärzlicher *C o l u m e l l a* auf einer apophysenartigen schwärzlichen Erweiterung des Trägers. S p o r a n g i e n birnförmig, nickend, bräunlich. S p o r e n oval bis kugelig, etwa $10 \times 12 \mu$.

Auf Preßhefe (van Tieghem 1876); Nordafrika, Erde (Muskat 1955).

Ungenügend beschriebene Arten:

H. intermedium Morini 1902

Mem. Ac. Sci. Ist. Bologna 5. sér. 9. Nur mit Sporangiolen ($26 - 30 \mu$), Sporen $6 - 6,5 \times 8 - 9 \mu$.

H. saccardoii Berlese & De Toni 1888 Sacc. Syll. Fung. 7, 1. Sporen $10 - 12 \times 18 - 20 \mu$.

H. cyaneum Pound & Clements 1896 Bot. Surv. Nebraska 4, 5. Sporen $8 - 10 \times 12 - 15 \mu$, bläulich, Sporangiolen mit 15 - 35 Sporen.

V. COKEROMYCES Shanor 1950

Mycologia 42, 272

Ein- oder mehrsporige S p o r a n g i o l e n auf Stielchen an der Oberfläche kopfiger Anschwellungen gewöhnlich unverzweigter Träger. S p o r a n g i e n nicht bekannt. Z y g o t e n zwischen kurzen, geraden Kopulationszweigen wie bei *Mucor*. Bisher nur homothallische Arten bekannt

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Sporangiolen mehrsporig | 1. <i>C. recurvatus</i> (S. 136) |
| Sporangiolen einsporig | 2. <i>C. poitrasii</i> (S. 136) |

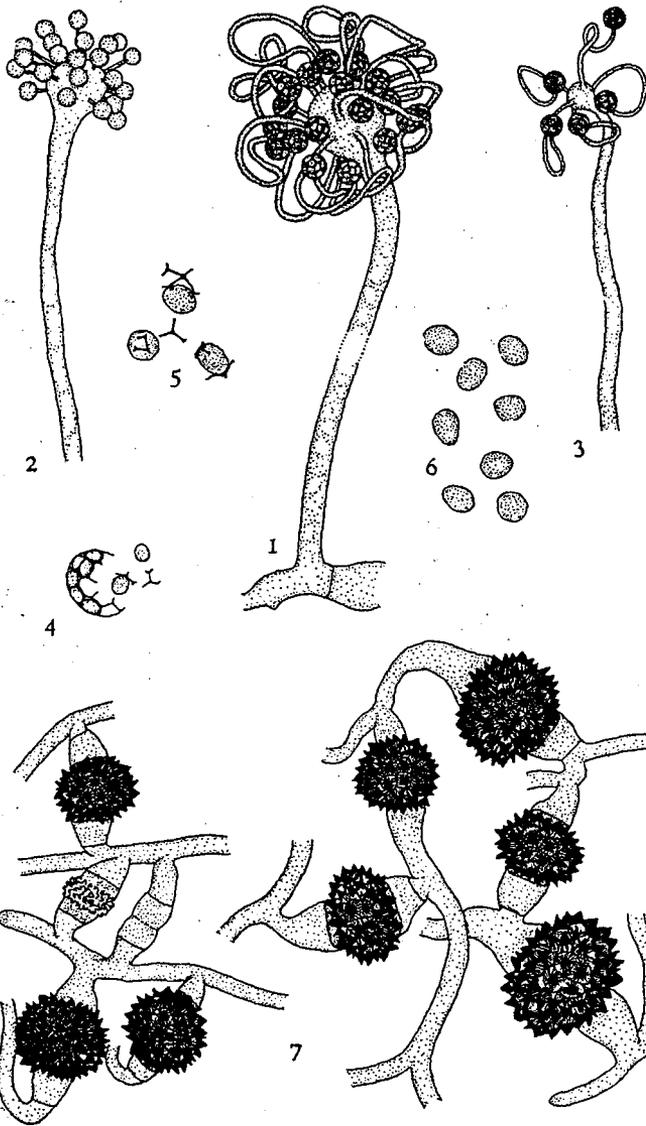


Abb. 49. *Cokeromyces recurvatus*; junger Träger mit beginnender Sporangienbildung (2); ältere Träger mit Sporangien (1, 3); Sporen, z. T. mit Kesten der Sporangienwand (4-6); Zygoten (7) (n. Shanor et al.1950)

1. *Cokeromyces recurvatus* Poitras 1950

Mycologia 42, 272 (Abb. 1 - 12) Abb. 49

Mycel langsamwüchsig, doch werden Reproduktionsorgane auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar schnell gebildet. Sporangiolen an der Spitze langer, zurückgebogener Stielchen, welche von einer terminalen Blase des unverzweigten Trägers kommen. Träger bis 0,5 mm hoch und etwa 9 μ dick. Terminale Blasen 12,6 - 31,5 μ . Sporangiolenstielchen bei der Reife zurückgebogen und verschlungen, 60 - 120 μ lang, etwa 2,2 μ dick, mit dickerer, dunklerer Wand als die Blase. Sporangiolen kugelig, 8,4 - 12,6 μ , mit glatter Wand. Die Innenseite der Sporangiolenwand erscheint durch Ablagerungen oft netzförmig. 5 - 30 oder mehr Sporangiolen an jeder Blase mit je 10 - 20 Sporen. Sporen eiförmig bis unregelmäßig, 2,5 x 4,5 μ , glattwandig, dunkelfarbig, die äußeren Sporen in den Sporangiolen z. T. mit netzförmiger Ablagerung auf der Oberfläche. Zygoten zwischen kopulierenden Zweigen, die von Oberflächenhyphen kommen, manchmal von Auswüchsen aus Sporangiolenträgern, oft auch von Suspensoren älterer Zygoten. Zygoten kugelig, braun, 33,5 - 55,5 μ , mit bis 4 μ langen Fortsätzen. Homothallisch.

Auf Kaninchenmist in Illinois, USA.

2. *Cokeromyces poitrasii* Benjamin 1960

Aliso 4, 523 (Abb. 1, 2).

Rasen grau, auf Hefeextraktstärke-Agar langsamwüchsig, 0,1 - 0,2 cm hoch. Hyphen hyalin, verzweigt, bis 25 μ dick. Sporangiolenträger von Substrathyphen kommend, mehr oder weniger aufrecht, unverzweigt, 1 - 2 mm hoch, 5 - 10 μ dick. Die terminalen kugeligen Blasen 25 - 75 μ , Sporangiolenstielchen 3 - 150 μ lang, 0,5 - 1 μ dick, gerade oder stark gekrümmt. Sporangiolen einsporig, oval, 6 - 9 x 8 - 19 μ . Die Sporangiolen, deren Wand sich leicht von den Sporen trennt, sind blaßgrau, wobei das Pigment hauptsächlich in der Sporangiolenwand lokalisiert ist. Zygoten zwischen einander gegenüberstehenden Suspensoren an Lufthyphen nahe der Substratoberfläche, kugelig, 30 - 70 μ , schwarz, mit kegelförmigen, abgerundeten oder spitzen, 5 - 10 μ langen Fortsätzen. Suspensoren hyalin bis braunschwarz, nahezu gleich groß, glatt. Homothallisch.

Auf Rattenkot in Kalifornien.

VI. CHAETOCLADIUM Fresenius 1863

Beitr. Mycol. S. 97

Fruchthyphen ausläuferartig kriechend oder windend, mit Rhizoiden. Sporangienträger einzeln oder in Wirteln von Stolonen oder von Substrathyphen kommend. Seitenäste kurz und zerbrechlich, mehrmals dichasial oder wirtelig geteilt. Die Sporangien an Stielchen an ovalen oder unregelmäßigen Anschwellungen der letzten Auszweigungen des Trägers. Seitenzweige setzen sich als sterile Spitze noch über die sporangientragenden Anschwellungen hinaus fort (Ausnahme *Ch. hesseltinii*). S p o r a n g i o l e n einsporig, Wand löst sich bei der Sporenkeimung ab. Z y g o t e n werden in gleicher Weise wie bei *Mucor* gebildet.

Fakultative Parasiten auf anderen *Mucorales* (vgl. Burgeff 1920, 1924).

1. Trägerzweige ohne sterile Spitzen 1. *Ch. hesseltinii* (S. 137)
Trägerzweige mit sterilen Spitzen (2)
2. Sporangien 3 - 7 μ , glatt 2. *Ch. brefeldii* (S. 137)
Sporangien 7 - 10 μ , rauh bis stachelig 3. *Ch. jonesii* (S. 138)

1. *Chaetocladium hesseltinii* Mehrotra & Sarbhoy 1960

Mycologia 52, 797 (Abb. 1 - 8)

R a s e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar schnellwachsend, bei 25° - 35°C über 1 cm hoch, erst weiß, später bräunlich. Stolonen und Rhizoiden werden ausgebildet, Sporangienträger in Wirteln von Lufthyphen kommend. An den Enden dichotomer Verzweigungen kugelige bis ovale Sporangien. S p o r a n g i o l e n glatt, hyalin bis gelblich, 4,8 - 6,6 μ oder 3,5 - 8,5 x 5 - 10 μ . Gemmen und Z y g o t e n, ebenso Parasitismus auf anderen Pilzen und Ausbildung von Gallen nicht beobachtet.

Indien, Erde.

2. *Chaetocladium brefeldii* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sci. Nat. 5. sér. 17, 342 (Abb. 71 - 79; Abb. auch bei Brefeld 1872, Grove 1884, Schröter 1897, Burgeff 1920, Ou 1940, Hesseltine & Anderson 1957).

Ch. brefeldii var. *macrosporum* Burgeff 1920, *Z. Bot.* 12, 2.

Langsamwüchsig; R a s e n auf Malz- und Kartoffelwasser-Dextrose-Agar grau, bis 0,5 cm hoch. Stolonen und Rhizoiden vorhanden. Sporangienträger einzeln oder in Wirteln von Stolonen oder von Substrathyphen ausgehend, septiert, hyalin, bis 25 μ dick. Seitenäste bis 225 μ lang, bis viermal wirtelig oder dichotom aufgeteilt. Endauszweigungen mit 4 - 11 μ großer ovaler Anschwellung, mit kurzen sporangientragenden Stielen. Der Zweig setzt sich über die Anschwellung hinaus als sterile Spitze (bis 95 μ lang) fort.

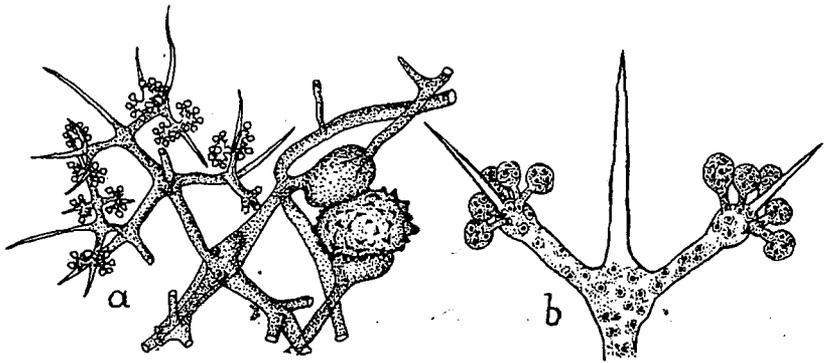


Abb. 50. *Chaetocladium jonesii*; (a. n. Brefeld 1872, b. n. Leger 1895 aus Zycha 1935)

Sporangiolentragende Stiele hyalin, etwa $1\ \mu$ dick. Sporangien kugelig bis kurz oval, glatt, hyalin, $4 - 7 (-10)\ \mu$. Sporangienwand nicht klar zu erkennen. Gemmen nicht beobachtet. Riesenzellen an Seitenzweigen des Substratmycels, kugelig oder unregelmäßig, bis $170\ \mu$. Zygoten $30 - 50\ \mu$, hellgelb bis braun, kugelig, mit großer zentraler Ölkugel, Oberfläche "hirnartig" gefurcht (Erhebungen weniger als $2,5\ \mu$). Einer der hellbraunen Suspensoren kugelig, bis $42\ \mu$, der zweite schmaler. Heterothallisch. Bestes Wachstum zwischen 20° und 25°C . Oft parasitisch auf anderen *Mucorales*, auf welchen gallenartige Strukturen ausgebildet werden.

Deutschland (Brefeld 1872, Schröter 1886, Burgeff 1920, Zycha 1935, Linnemann 1936); Frankreich (Ling-Young 1930); China (Ou 1940); Indien (B. S. Mehrotra 1967); USA. (Hesseltine & Anderson 1957); Kanada (Bisby et al. 1929).

3. *Chaetocladium jonesii* (Berkeley & Broome) Fresenius 1863

Beitr. Mycol. S. 97 (Abb. bei Berkeley & Broome 1854, de Bary 1866, van Tieghem & Le Monnier 1873, Brefeld 1881, 1891, Leger 1895, Saito 1904, Ling-Young 1930, Hesseltine & Anderson 1957) Abb. 50

Botrytis jonesii Berkeley & Broome 1854, Ann. Mag. Nat. Hist. 2. ser. 13, 462

Ch. fresenianum Brefeld 1881, Bot. Unters. Schimmelp. 4, 55

Ch. fresenii Tavel 1892, Verg. Morph. Pilze S. 36 (fide Hesseltine & Anderson 1957).

Rasen bis 2 cm hoch. Sporangien $7 - 10 (5,5 - 12)\ \mu$, stachelig. Keine Riesenzellen an Substrathyphen. Zygoten an Stolonen und im Mycel, größer als bei *Ch. brefeldii*, mit stumpfen Warzen bedeckt. Suspensoren gleich groß. Heterothallisch. Die übrigen Merkmale wie bei *Ch. brefeldii*.

Deutschland (Brefeld 1881, 1891, Schröter 1886); Belgien (Marchal & Marchal 1921); England (Campbell 1938); Frankreich (van Tieghem & Le Monnier 1873, Ling-Young 1930); Holland (Oudemans 1902); Japan (Saito 1904); USA. (Hesseltine & Anderson 1957).

3. Familie: CHOANEPHORACEAE

(Fitzpatrick 1930, Lower Fungi, S. 258, emend. Zycha 1935)

Diese Familie umschließt Gattungen mit typischen Sporangien, die einsporig auch als Conidien bezeichnet werden. Durch die zusätzliche Ausbildung von *mucor*artigen Sporangien schließen sich mehrere Gattungen an die *Mucoraceae* an, während andere nur Conidien ausbilden, deren morphologische Bewertung noch nicht restlos geklärt ist. Von einigen Gattungen ist die Zugehörigkeit zu den *Mucorales* noch nicht erwiesen. Das Kennzeichen der Familie sind die an köpfchen- oder maiskolbenartigen Erweiterungen des Trägers stehenden Sporangien oder einzelligen Conidien. Zygoten entweder wie bei *Mucor* (*Cunninghamella*, *Mycotypha*) oder glatt mit zangenähnlichen Suspensoren (*Blakeslea*, *Choanephora*). Bei der Gattung *Radiomyces* tragen die Suspensoren Hüllfäden.

Die meisten Arten sind tropischen Ursprungs oder doch wärmeliebend.

Gattungen der Choanephoraceae

1. Hauptsporangien vorhanden, Sporen mit fädigen Anhängseln (2)
Keine Hauptsporangien, nur Sporangien oder Conidien (3)
2. Sporangien mehrsporig I. *Blakeslea* (S. 139)
Sporangien vorwiegend einsporig (Conidien) II. *Choanephora* (S. 142)
3. Conidienstandträger nicht oder wenig septiert (4)
Conidienstandträger stets septiert (6)
4. Conidienstandträger unverzweigt III. *Rhopalomycetes* (S. 145)
Conidienstandträger \pm unverzweigt (5)
5. Conidienstände endständig an Trägerachse oder an Seitenzweigen
..... IV. *Cunninghamella* (S. 146)
Conidien- oder Sporangienstände strahlig an blasiger Erweiterung der Trägerspitze ...
..... V. *Radiomyces* (S. 148)
6. Conidienstände an zylindrischen Blasen VI. *Mycotypha* (S. 151)
Conidienstände an kugeligen Blasen VII. *Thamnocephalis* (S. 153)
..... VIII. *Sigmoideomyces* (S. 154)

I. BLAKESLEA Thaxter 1914

Bot. Gaz. 58, 353

Neben *mucor*artigen großen kugeligen endständigen Sporangien mit Columella Sporangienstände, welche den Conidienständen von *Cunninghamella* ähneln. Sporangienträger entweder unverzweigt, mit Sporangien, oder an der Spitze mehrmals gabelig geteilt und an kugeligen Anschwellungen Sporangien tragend. Sporangien mit meist drei, doch auch bis zu sechs Sporen. Sporen aus Sporangien und Sporangien unterscheiden

sich zwar etwas durch ihre Größe, zeigen aber beide eine zypische Längsstreifung und fadenartige Fortsätze an den Enden. Zygoten durch zangenförmige Kopulation, mit glattem Exospor.

Die Gattung steht *Choanephora* sehr nahe und unterscheidet sich vor allem durch die Mehrsporigkeit der Sporangien. Poitras (1955) erhielt jedoch auf einem Hungermedium neben mehrsporigen auch einsporige Sporangien. Er hält deshalb die von Sinha (1940) vorgeschlagene Zusammenlegung von *Blakeslea* und *Choanephora* für berechtigt. Goldring (1936) konnte durch Variieren der Nährstoffmenge im Substrat bei *B. trispora* erreichen, daß der Pilz nur Sporangien ausbildete. Bis zur weiteren Klärung dieser Probleme erhalten wir beide Gattungen aufrecht.

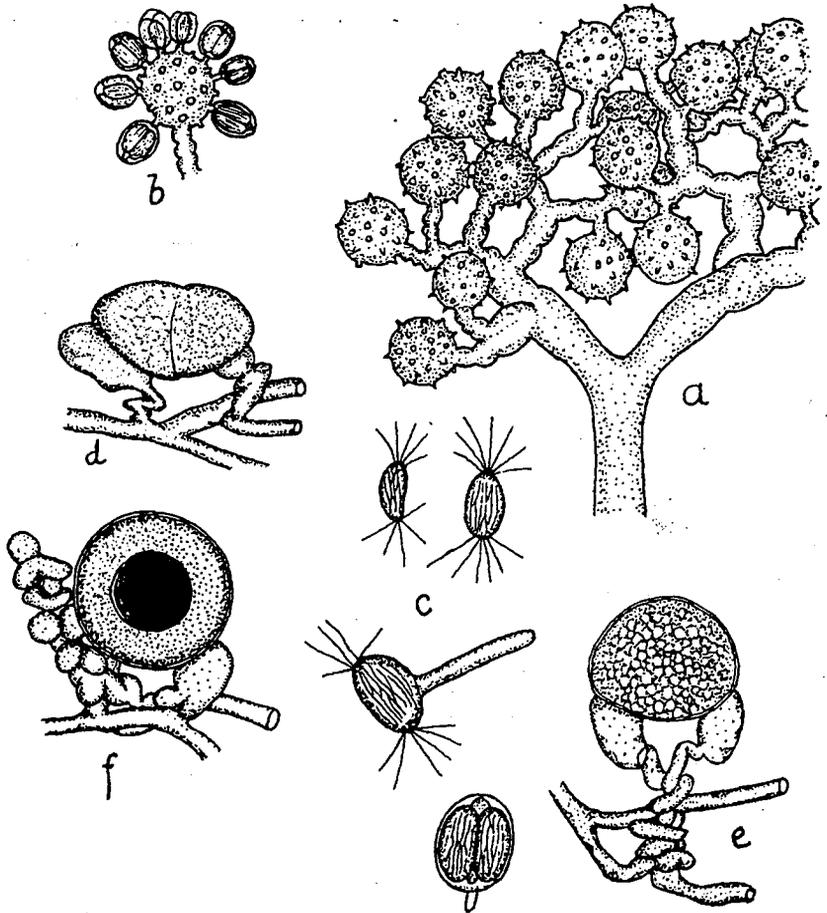


Abb. 51. *Blakeslea trispora*; a, b Sporangienträger; c Sporen (Keimung); d-f Zygotenbildung (n. Weber & Wolf 1927 aus Zycha 1935)

1. *Blakeslea trispora* Thaxter 1914

Bot. Gaz. 58, 353 (Abb. 26, 27; Abb. auch bei Jochems 1927, Weber & Wolf 1927, Sinha 1940, Poitras 1955) Abb. 51

Choanephora dichotoma Gandrup 1923, Besoek, Proefstat. Meded. 35

Choanephora trispora (Thaxter) Sinha 1940, Proc. India Acad. Sci. Sec. B. 11, 167 - 175

R a s e n wollig, bis 0,5 cm hoch, orange- bis honiggelb. S p o r a n g i e n 25 - 72 μ , erst gelblich, dann braun. Sporangienwand bei der Reife aufbrechend. C o l u m e l l a länglich, oval oder birnförmig, 20 - 45 μ , mit kleinem Kragen. Sporangienträger mit bis zu 32 Blasen, die je 30 - 40 Sporangiolen an etwa 3 μ langen Sterigmen tragen. Blasen bis 45 μ , S p o r a n g i o l e n ohne Columella, 11 - 18 μ , mit bis zu 6 (meist 3) Sporen. S p o r e n der Sporangien und der Sporangiolen nahezu gleich, rotbraun, längsgestreift, an beiden Enden mit fadenförmigen Anhängseln, 5 - 8 x 8 - 15 μ . Mycelgemmen bis zu 24 μ . Nach Weber & Wolf (1927) und Kishore (1940) ist der Pilz heterothallisch und bildet durch zangenförmige Kopulation 40 - 60 μ große, kugelige Z y g o t e n.

Nach Weber & Wolf (1927) sind die Sporangienträger stark phototropisch, doch gedeiht der Pilz mit und ohne Licht in gleicher Weise. *B. trispora* benötigt zum Wachstum Aneurin. Bei Pyrimidinzusatz synthetisiert der Pilz das Thiazol selbst (Leonian & Lilly 1938).

Meist in tropischen Gebieten als Schwächeparasit auf Blättern höherer Pflanzen. USA., Florida (Thaxter 1914, Weber & Wolf 1927), Louisiana (Christenberry 1940), Kansas, Luftkeim (Kramer et al. 1960); Panama (Farrow 1954); Indien (Sinha 1940 b); Indonesien (Gandrup 1923, Jochems 1927, Boedijn 1958); Japan (Naganishi & Kawakami 1955 b, d).

2. *Blakeslea circinans* Naganishi & Kawakami 1955

Bull. Fac. Eng. Hiroshima Univ. 4, 183 (Abb. 1 - 9; Abb. auch bei Hesseltine & Benjamin 1957).

Choanephora circinans (Naganishi & Kawakami) Hesseltine & Benjamin 1957, Mycologia 49, 724

S p o r a n g i e n an gekrümmten Träger, erst weiß, dann gelblich, bei der Reife braunschwarz, kugelig, 80 - 140 μ . Sporangienwand rötlich, bei der Reife aufbrechend. C o l u m e l l a glattwandig, schwach braun, mit ringförmigem Kragen, oval bis birnförmig, 31 - 67 x 36 - 104 μ . S p o r e n von unregelmäßiger Gestalt, meist oval, streifig, glattwandig, hyalin, mit 6 oder mehr bis 16,5 μ langen borstigen Fortsätzen an jedem Ende, 4,5 - 8 x 7 - 18 μ . Gemmen interkalar, hyalin, oval, 10 - 15 x 17 - 26 μ . Z y g o t e n in oder an der Oberfläche von Kartoffelwasser-Dextrose-Agar bei 25°C, dunkelrotbraun bis nahezu schwarz, mit großem zentralen Öltropfen, oval bis kugelig, 40 - 90 μ . Zygotenwand nahezu glatt, streifig, leicht aufbrechend. Suspensoren zangenförmig, nahezu gleich groß, glattwandig, an der breitesten Stelle nahe der Zygotenwand 20 - 36 μ dick. Heterothallisch.

Infolge des Fehlens von Sporangien steht der Pilz den *Mucoraceae* (*Gilbertella*) nahe, doch lassen neben den Sporenanhängseln die zangenförmige Kopulation eine enge Beziehung zu *Blakeslea* und *Choanephora* vermuten. Bei Kreuzung mit *B. trispora* erhielten Hesselstine & Benjamin (1957) *Zygoten*.

Japan, Weideland (Naganishi & Kawakami 1955); Panama, Textilien; Trinidad, Erde (Hesselstine & Benjamin 1957).

II. CHOANEPHORA Currey 1873

J. Linn. Soc. Bot. 13, 578

Cunninghamia Currey 1873, J. Linn. Soc. Bot. 13, 334

p. p. *Rhopalomyces* Corda 1839, Prachtflora, S. 3

Choanephorella Vuillemin 1904, Bull. Soc. Mycol. France 20

Neben vielsporigen Sporangien werden Sporangien bzw. Conidien ausgebildet. Diese setzen an kopfigen Anschwellungen (Blasen) am Ende der Trägerachse oder an von hier ausgehenden sekundären Blasen. Sporangiosporen gestreift oder glatt, am Ende mit büschelförmigen, fädigen Fortsätzen. Conidien bzw. Sporen der einsporigen Sporangien gestreift oder glatt, ohne Anhängsel. Zygoten mit zangenförmigen Suspensoren.

1. *Choanephora cucurbitarum* (Berkeley & Ravenel) Thaxter 1903

Rhodora 5, 97 (Abb. 1 - 6; Abb. auch bei Möller 1901, Clinton 1903, Wolf 1917, Moreau & Moreau 1950, Poitras 1955, Barnett & Lilly 1956) Abb. 52

(?) *Cunninghamia infundibulifera* Currey 1873, J. Linn. Soc. Bot. 13, 334 (s. Hesselstine 1953)

(?) *Ch. cunninghamiana* Currey 1873, J. Linn. Soc. Bot. 13, 578

Rhopalomyces cucurbitarum Berkeley & Ravenel 1875, *Grevillea* 3, 11

(?) *Ch. infundibulifera* (Currey) Saccardo 1891, *Syll. Fung.* 9, 339 (s. Hesselstine 1953)

Rhopalomyces elegans var. *cucurbitarum* (Berkeley & Ravenel) Marchal 1893, *Rev. Mycol.* 15, 7

(?) *Ch. simsoni* Cunningham 1895, *Ann. Roy. Bot. Gard. Calcutta* 6, 163

Ch. americana Möller 1901, *Bot. Mitt. Tropen* 9

Cunninghamella mandshurica Saito & Naganishi 1915, *Bot. Mag.* 29, 285

Ch. mandshurica (Saito & Naganishi) Tai 1934, *Sinensia* 4, 219

Rasenn weiß bis grauweiß. Sporangienträger von Oberflächenhyphen kommend, unverzweigt, nach oben sich erweiternd, oft unterhalb des Sporangiums gekrümmt, hyalin, oben dunkler werdend, maximale Dicke 30 μ . Spore-

rangien kugelig oder leicht abgeflacht, erst weiß, später schwarz, bis 156 μ , mit wenigen bis vielen Sporen. Sporangienwand von der Spitze nach der Basis zu aufbrechend. Columella birnförmig bis kugelig, mit schmalen Kragen, bis 108 x 120 μ . Sporen (nach Poitras 1955 streifig) hellfarbig, später braun, oval bis ellipsoidisch bis nahezu dreieckig, 9 - 12,6 x 18 27 μ , mit hyalinen Fortsätzen, welche 1 - 1,5 mal so lang wie die Sporen sind. Sporangioträger bis 30 μ dick, mit primären oder gestielten sekundären Blasen mit einsporigen glatten Sporangien. Sporangien-sporen braun, eiförmig, mit Längsstreifen, mit Papille an einem Ende, 9 - 11,5 x 15 - 18 μ , ohne Fortsätze. Einige Stämme bilden Gemmen. Nach Wolf (1917) sowie Hesseltine & Benjamin (1957). Zygoten zwischen gleich großen zangenförmigen Suspensoren, 50 - 90 μ , mit einer großen Ölkugel, bei der Reife dunkelbraun. Nach Poitras (1955), Barnett & Lilly (1956) und Boedijn (1958) sind die Zygoten gestreift. Heterothallisch.

Nach Barnett & Lilly (1956) werden die Zygoten zwischen 15° und 37°C nach Erschöpfung der C-Quelle im Nährmedium gebildet. Licht ist hierzu nicht notwendig. Bei niedrigen Temperaturen wird die Bildung von Zygoten durch Licht gehemmt. In einer Atmosphäre mit bis zu 10 % CO₂ entwickelten sich noch Zygoten. Während der Zygotenbildung tritt, besonders in flüssigen Medien, β -Karotin auf (Barnett, Lilly & Krause 1956), das Hesseltine & Anderson (1957) auch bei *Blakeslea trispora* und *B. circinans* fanden. Den Einfluß von Licht, Temperatur und Kohlensäure auf die Sporenbildung untersuchten Barnett & Lilly (1950, 1955).

Saito & Naganishi (1915) fanden für ihren Pilz das Optimum bei 25 - 30° und das Maximum bei etwa 38°C. Eine Gärung konnte nicht beobachtet werden, doch wurden Diastase, Lipase und Protease nachgewiesen. Der Pilz ist aneurinbedürftig (Lilly & Barnett 1951)

Im tropischen Amerika als Krankheitserreger auf verschiedenen Nutzpflanzen (Möller 1901, Clinton 1903, Beckwith 1911, Wolf 1917, Dastur 1920, Palm & Jochems 1924, Christenberry 1938, 1940, Lefebvre & Weimer 1939, Wilson 1948, Norton 1952, Hesseltine 1953, Raymond et al. 1959); Kansas, Luftkeim (Kramer et al. 1960); Illinois, Mexico, Zentralamerika, Erde (Poitras 1955); Brasilien (Dantas & Ribeiro 1947); China (Tai 1934); Indien, auf Blättern von *Cassia tora* (Chaudhuri 1935, Su 1935), an *Hibiscus esculentus* (Mitter & Tandon 1937), auf *Colocasia antiquorum*, *Capsicum spp.* (Sinha 1940 a, b), Erde (Agnihotrudu 1957), an Blüten von *Zanonia indica* (Ara & Mahmud 1954), auf Blüten von *Luffa acutangula* (Nema & Agarwal 1960), (Vestal 1946, M. D. Mehrotra 1963, B. S. Mehrotra 1967); Indonesien (Boedijn 1958); Japan (Naganishi & Kawakami 1955 a); Mandschurei, Luftkeim (Saito & Naganishi 1915); Malaya (Thompson 1936); Mauritius, Naßfäule an Erbsen (Plant Pathology Rep. Dep. Agric. Mauritius 1965); Afrika (Dade 1929, Chevaugon 1956, Baudin 1956).

Nach Poitras (1955) ist *Choanephora conjuncta* Couch 1925 (J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 41, 143) gleich *Ch. cucurbitarum*, was Hesseltine & Benjamin (1957) jedoch nicht anerkennen, obwohl die Artunterschiede nur sehr gering sind.

Choanephora monospora (B. S. Mehrotra & Baijal) comb. nov. (= *Blakeslea monospora* B. S. Mehrotra & Baijal, bei Mehrotra 1967) hat im Gegensatz zu *Ch. cucurbitarum* auch an den Sporen der einsporigen Sporangien fädige Anhängsel.

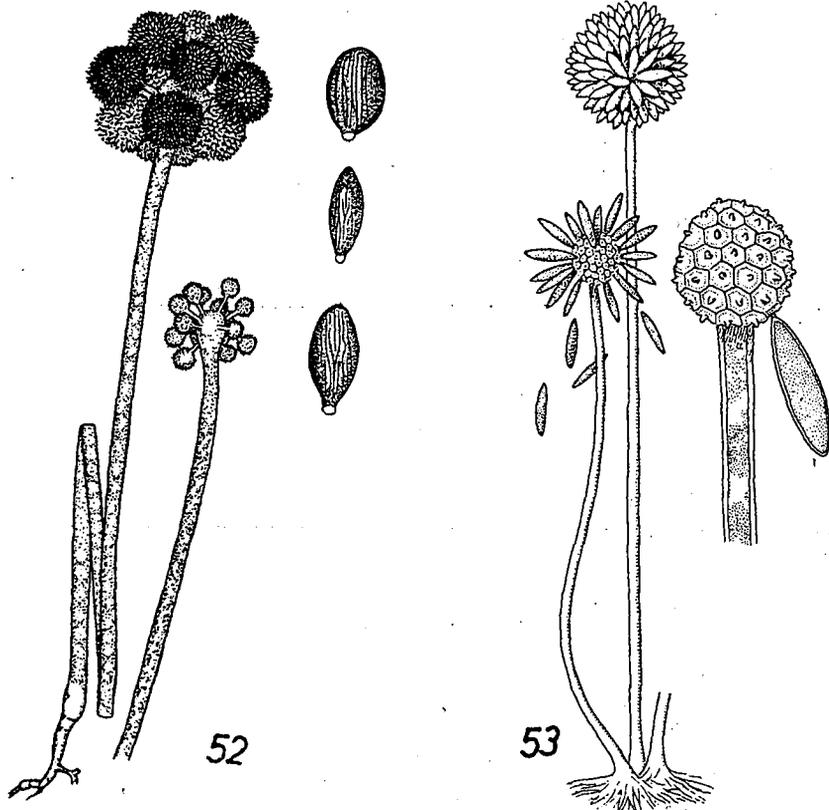


Abb. 52. *Choanephora cucurbitarum*; Sporangienträger, Sporangiensporen (n. Thaxter 1903)

Abb. 53. *Rhopalomyces elegans* (n. Corda 1839 aus Lindau 1907)

2. *Choanephora heterospora* B. S. Mehrotra & M. D. Mehrotra 1961
Mycologia 53, 467 (Abb. 1 - 28).

Von *Ch. cucurbitarum* nur durch die zusätzliche Ausbildung mehrsporiger Sporangiolen mit z. T. abnorm großen Sporen, welche mehrere Büschel von Fortsätzen tragen, unterschieden. Da der Pilz auch mit *Ch. cucurbitarum* normale Z y g o t e n bildet, glauben wir, diesen Pilz als pathologische Wuchsform betrachten zu müssen.

Auf totem Insekt in Indien.

III. RHOPALOMYCES Corda 1839

Prachtflora, S. 3

Conidienträger aus dem Substratmycel entspringend, aufrecht, unverzweigt, an der Spitze zu einem "Köpfchen" angeschwollen, das eine polygonale Zeichnung zeigt. Conidien langgestreckt ellipsoidisch, über 30 μ lang, an einem kleinen aber deutlichen Höckerchen sitzend. Von manchen Autoren wird die Gattung zu den *Moniliales* gestellt. Beweise für die Zugehörigkeit zu den *Mucorales* fehlen.

Rhopalomyces elegans Corda 1839

Prachtflora, S. 3 (Abb. 2; Abb. auch bei Boedijn 1927, Ellis 1963) Abb. 53.

Haplotrichum elegans Harz 1871, Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 44, 118

R a s e n weiß, meist unter der Agaroberfläche, schnellwüchsig. Hyphen 2 - 3 μ dick, nicht septiert, mit kurzen, zylindrischen, \pm verzweigten, haustorienähnlichen, 5 - 10 μ dicken Seitenzweigen. Nach 4- bis 8tägiger Kultur auf "Leber"-Medium (Ellis 1963) üppige Ausbildung von Conidienträgern an den Rändern des Rasens. Conidienträger einzeln bis büschelig, selten an der Basis verzweigt, meist von Substrathyphen kommend, aufrecht, glatt, erst hyalin, später hellbraun, nicht septiert, 11 - 17,5 x 416 - 1150 μ . Basis mit Rhizoiden. Blasen ("Köpfchen") kugelig, 26 - 63 μ , leicht kollabierend, mit feinem granulärem Inhalt, mit hyaliner, später hell-gelbbrauner Wand, glatt, mit gleichmäßig über die Oberfläche verteilten 40 - 100 kleinen Fortsätzen (2,5 - 3,5 x 3 - 4,5 μ), an welchen die Conidien stehen. Conidien länglich ellipsoidisch, 12 - 17 μ breit, 35 - 50 (17 - 69) μ lang, braun, mit oder ohne Ansatzpapille, glattwandig, Inhalt granulär, mit oder ohne Öltropfen. Gemmen kugelig, 30 - 60 μ , meist einzeln endständig an kurzen Seitenzweigen des Substratmycels, mit 2,5 - 3 μ dicker Wand, erst hyalin, später hellgelbbraun, mit granulärem Inhalt. Die Gemmen ähneln den reifen Zygoten von *Coemansia* und *Dimargaris* (vgl. S.).

Ellis & Hesseltine, 1962, (auch Ellis 1963) gelang es, eine Methode auszuarbeiten, um den bisher noch nicht in Reinkultur gezogenen Pilz zu kultivieren. Ebenso konnten sie nachweisen, daß der Pilz Nematodeneier zu parasitieren vermag.

Meist auf faulenden Vegetabilien und Exkrementen. Böhmen (Corda 1839); Berlin (Harz 1871); Polen (Krzemieniewska & Badura 1954); Israel (Rayss 1950); Indonesien (Boedijn 1927, 1958); USA., Kanada (Ellis 1963).

Ellis (1963) beschreibt drei Varietäten mit abweichenden Sporengrößen.

Unsichere Arten:

Rh. semitectus Drechsler 1955.

Rh. coronata Krzemieniewska & Badura 1954.

IV. CUNNINGHAMELLA Matruchot 1903

Ann. Mycol. 1, 46

Muratella Bainier & Sartory 1913, Bull. Soc. Mycol. France 29, 129

Actinocephalum Saito 1904, Bot. Mag. Tokyo 19, 1

R a s e n anfangs weiß, später schwach gefärbt, mit deutlichem Luftmycel und mehr oder weniger gut ausgebildeten Ausläufern. Conidienstände kugelig, meist differenziert in einen größeren endständigen und zahlreiche, meist an kurzen wirteligen Seitenästen stehende, kleinere. C o n i d i e n an kurzen Sterigmen, welche die Oberfläche des zum "Köpfchen" erweiterten Trägers dicht bedecken. Die Oberfläche der Conidien meist mit dichten, feinen Stacheln. Die Keimung erfolgt entweder wie bei den Sporangiosporen der *Mucoraceen* durch Quellung und Ausstülpung der Membran oder nach Sprengung einer äußeren Membranhülle. Z y g o t e n wurden von Blakeslee (1905) und Lendner (1927) beobachtet, sie sind *mucor*ähnlich.

Die Biologie der meist etwas thermophilen Arten wurde von Bainier & Sartory (1913), sowie von Stadel (1911) untersucht.

1. Conidien mit dichten langen Stacheln (2)
Conidien kaum stachelig (3)
2. Nur gleichartige hellfarbige Conidien 1. *C. echinulata* (S. 146)
Neben kleineren hellen Conidien braune Riesenconidien 2. *C. bainieri* (S. 147)
3. Conidien mit kurzen Stacheln 3. *C. elegans* (S. 148)
Conidien glatt 4. *C. ramosa* (S. 148)

Von *C. homothallica* Kominami & Tubaki, Mycol. J. Nagao Inst. 1, 192, war uns die Diagnose nicht zuzänglich.

1. *Cunninghamella echinulata* (Thaxter) Thaxter 1903

Rhodora 5, 98 (Abb. bei Thaxter 1891, Matruchot 1903, Blakeslee 1905, Lendner 1908, 1910, Ling-Young 1930, Cutter 1946, Nicot-Toulouse 1950).

Oedocephalum echinulatum Thaxter 1891, Bot. Gaz. 16, 17

C. africana Matruchot 1903, Ann. Mycol. 1, 46

C. verticillata Paine 1927, Mycologia 19, 253

C. echinata Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 24

R a s e n erst weiß, dann grau oder gelblich, bis 1,5 cm hoch. Rhizoiden werden gelegentlich ausgebildet. Träger seitlich oder wirtelig verzweigt. Köpfchen (Blase) breitkeulig bis oval, 25 - 40 (-60) μ breit. C o n i d i e n hellfarbig, kugelig bis oval, 11 - 14 μ , mit bis 4 μ langen Stacheln, unreife Conidien manchmal glatt. Gemmen gelegentlich beobachtet. Nach Blakeslee (1905) Gametangien oft ungleich, die mit Warzen bedeckten Z y g o t e n 40 x 46 - 63 x 80 μ . Heterothallich.

Der Pilz wächst auf den üblichen Nährböden sehr gut, bevorzugt aber etwas höhere Temperatur (Opt. etwa 26°C). Nach Cutter (1946) Maximum über 40°C. Bei 20°C werden keine Zygoten gebildet (Blakeslee 1905). Über Wachstum auf Fettsäuren als C-Quelle s. Lewis & Johnson (1967).

Amerika, Pferdemit, Pflanzenteile, Erde (Thaxter 1891, Blakeslee 1905, Morrow 1931, 1932, Christenberry 1940, Cutter 1946, Farrow 1954, Raymond et al. 1959); Frankreich (Ling-Young 1930); Jugoslawien (Pišpek 1929, Johann 1932); Schweiz (Lendner 1910); China, welke Blüten von *Cucurbita pepo* (Ou 1940); Indien, Erde (Galloway 1936, Chand 1937, Ramakrishnan 1955, Agnihotrudu 1957, 1961, B. S. Mehrotra 1967), Zuckerproben (Sen 1943); Irak, Erde (Al-Doory et al. 1959); Israel, Erde (Rayss & Borut, 1958); Ägypten (Sabet 1935); Sudan, Kamelkot (Matruchot 1903).

2. *Cunninghamella bainieri* Naumov 1935

Clés Mucor. 1939, S. 137 (Abb. bei Ling-Young 1930, Cutter 1946) Abb. 54

Muratella elegans Bainier & Sartory 1913, Bull. Soc. Mycol. France 29, 129 (fide Naumov 1935, Cutter 1946, B. S. Mehrotra 1967)

C. echinulata sensu Torrey 1921, Zycha 1935

Von *C. echinulata* durch das Vorkommen von zweierlei Conidienträgern. In jungen Kulturen sind diese hyalin, 5 - 15 µ groß und mit bis 4 µ langen Stacheln. In älteren Kulturen werden außerdem Riesenconidien ("conidies tardives") gebildet, bis 26 µ groß, braun, dicht stachelig, Stacheln bis 3 µ lang. Die Riesenconidien stehen auf bis 10 µ langen Sterigmen. Nach Ling-Young keimen sie erst nach einer Ruheperiode unter Aufbrechen der äußeren Membran, ähnlich wie die einsporigen Sporangien von *Chaetocladium* oder von *Choanephora*.

Nach Cutter bei 40°C kein Wachstum.

Frankreich (Bainier & Sartory 1913, Ling-Young 1930); Indien (B. S. Mehrotra 1967), Israel, Erde (Rayss & Borut 1958, Joffe 1963); Nordamerika (Cutter 1946).

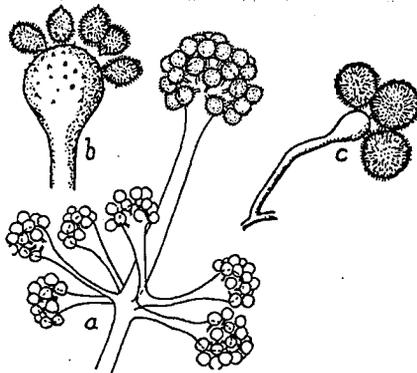


Abb. 54. *Cunninghamella bainieri*; a Conidienträger (n. Bainier & Sartory 1913); b, c Conidien (n. Ling-Young 1930 aus Zycha 1935)

3. *Cunninghamella elegans* Lendner 1908

Mucor. Suisse, S. 159 (Abb. 58, 59)

Actinocephalum japonicum Saito 1904, Bot. Mag. Tokyo 19, 1 (fide Fitzpatrick 1930)

C. blakesleeana Lendner 1927, Bull. Soc. Bot. Genève 19, 234

C. bertholletiae Stadel 1911, Diss. Kiel

R a s e n bis 3,5 cm hoch. Seitenzweige in Wirteln an den Trägern stehend. C o n i d i e n 8 - 12 x 12 - 16 μ , mit kurzen Stacheln oder glatt. Nach Cutter bei 40°C kein Wachstum mehr. Nach Spalla (1963) Z y g o t e n *mucor*-ähnlich, 35 - 50 μ . Exospor warzig, Suspensoren etwas ungleich groß. Heterothallisch.

4. *Cunninghamella ramosa* Pišpek 1929

Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 26

C. dalmatica Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 24

C. polymorpha Pišpek 1929, Act. Bot. Inst. Univ. Zagreb 4, 27

Nur durch die glatte Oberfläche der 7 - 10 x 10 - 14 (-35) μ großen C o n i d i e n gekennzeichnet. (Zweifelhafte Art).

Ungenügend beschriebene Arten:

C. albida (Saccardo) Matruchot 1903, Ann. Mycol. 1, 56 (= *Oedocephalum albidum* Saccardo 1881, = *Haplotrichum albidum* Saccardo 1881. Conidien kugelig bis oval, 7 - 10 μ , hyalin oder hellgelb.

C. microspora (Rivolta) Matruchot 1903, Ann. Mycol. 1, 56 (= *Gonatobotrys microspora* Rivolta 1884). Conidien eiförmig, hyalin, 2,5 - 3 x 6 - 7 μ , an knotigen Verdickungen der Träger.

C. meineckella Olson 1941, Phytopath. 31, 1063 (= *Fomes annosus* Fr. fide Wagener & Cave 1946)

C. phaeospora Boedijn 1958, Conidien braun, 9 - 15 μ , kurz stachelig.

Phascolomyces articulatus gen. et spec. Boedijn 1958, kugelige, glatte hyaline Conidien (7 - 17 μ) an bis 20 μ langen Sterigmen.

V. RADIOMYCES Embree 1959

Amer. J. Bot. 46, 25

Mycel mit Stolonen und rhizoidenträgenden Sporangienträgern. Von einer an einer Trägerspitze gebildeten Blase entspringen sekundäre Blasen, welche an kleinen Höckern zahlreiche ein- bis mehrsporige S p o r a n g i o l e n tragen. Z y g o t e n mit glattem Exospor und Hüllfäden an den Suspensoren.

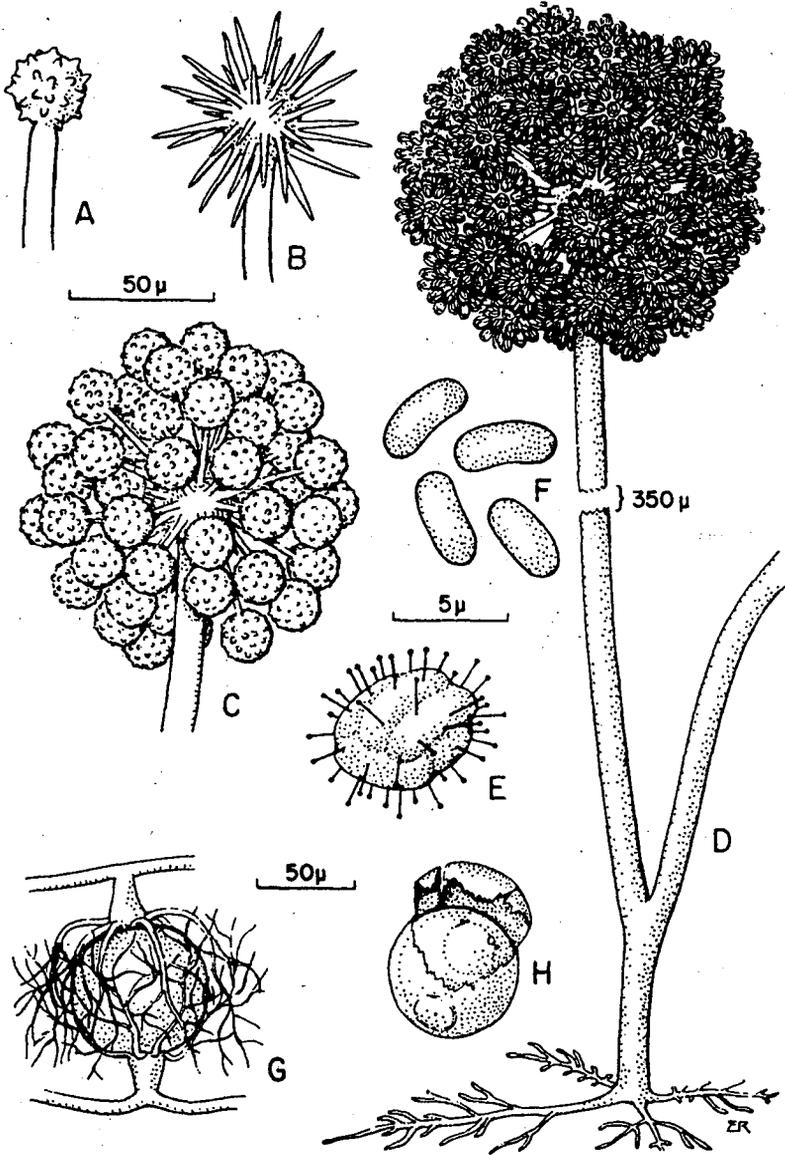


Abb. 55. *Radiomyces spectabilis*; Sporangienträger und Zygote (G, H) (n. Embree 1959)

1. *Radiomyces spectabilis* Embree 1959

Amer. J. Bot. 46, 25 (Abb. 1 - 13) Abb. 55

Auf Hefeextraktstärke-Agar Substrathyphen verzweigt, 12 - 24 μ dick. Luftmycel üppig, wenig verzweigt. Sporangienträger einzeln, gelegentlich zu zweien, nahe den Enden von Stolonen gebildet. Stolonen 5 - 15 mm lang, 5 - 17 μ dick, in dunkelbraune Rhizoiden auslaufend. Strahlig von der primären Blase des Trägers gehen die 2 bis 100 Stiele der sekundären Blase aus. Diese tragen je 30 - 90 sehr kurzgestielte Sporangien. Hauptachse des Trägers glattwandig, dunkelbraun, 3 - 20 x 250 - 1200 μ , mit 0,5 - 1,5 μ dicker Wand. Primäre Blasen kugelig, 10 - 45 μ . Stiele auf den primären Blasen 3 - 5 x 15 - 100 μ , etwas spitz zulaufend, mit einer Querwand 3 - 21 μ unter der Spitze. Sekundäre Blasen nahezu kugelig, 9,5 - 24 μ . Die Sporangienstielchen 1 - 2 μ lang. Sporangien mit 5 - 12 Sporen, subglobos bis ellipsoidisch, 4 - 7,5 x 5 - 10 μ , mit kurzen, stacheligen, 1 - 2 μ langen Fortsätzen bedeckt. Sporen glattwandig, hyalin, nierenförmig bis länglich-ellipsoidisch, 1 - 2 x 3,5 - 4,5 μ . Zygoten im Luftmycel zwischen gleich großen, einander gegenüberstehenden Suspensoren mit je 4 bis 11 verzweigten Hüllfäden. Zygoten glattwandig, hellbraun bis nahezu farblos, 42 - 89 μ , mit einem großen Öltropfen. Das Exospor löst sich leicht von dem Endospor ab. Homothallisch.

Gelegentlich wurden Träger beobachtet, bei welchen die Bildung der sekundären Blasen unterdrückt war. Die Sporangien wurden dann auf den primären Blasen gebildet.

Kalifornien, Eidechsenkot.

2. *Radiomyces embreei* Benjamin 1960

Aliso 4, 526 (Abb. 3 - 5).

Rasen auf Hefeextraktstärke-Agar erst weiß, später bräunlich, 1 - 2 cm hoch. Vegetative Hyphen hyalin, verzweigt, 8 - 20 μ dick. Die Lufthyphen bilden 5 - 35 mm lange und 4 - 15 μ dicke, einfache oder verzweigte dunkelbraune Sporangienträger aus, welche häufig an den Enden von Stolonen stehen. Stolonen nahezu farblos, bis etwa 2 cm lang, 5 - 15 μ dick. Rhizoiden dunkelbraun. Hauptachse der von den Stolonen kommenden Träger 0,6 - 2 mm lang, 6 - 17 μ dick, glatt, dickwandig, dunkelbraun. Primäre Blasen subglobos bis keulenförmig, 10 - 60 μ im Durchmesser, mit 3 bis 80 Stielen, welche die Sekundärblasen tragen. Stiele 3,5 - 6 x 3 - 40 μ , in keulige, 10 - 18 μ breite, blasenartige Erweiterungen übergehend. Stiel und Blase 20 - 120 μ lang. Die Sporangien werden auf der ganzen Oberfläche der sekundären Blase auf stachelähnlichen, 0,5 - 2 μ hohen Vorsprüngen gebildet. Bei der Reife sind die Blasen durch eine Querwand von der Stielzelle getrennt. Sporangien abfallend, einsporig. Sporen 3,9 - 7 x 5,7 - 11 μ . Die Sporangienwände sind von den Sporenwänden nur

schwer zu unterscheiden. Zygoten zahlreich zwischen einander gegenüberstehenden Suspensoren, an Lufthyphen. 5 bis 7 Hüllfäden je Suspensor. Hüllfäden verzweigt, die Zygoten locker umhüllend, hellbraun, zugespitzt, bis 225μ lang. Zygoten glatt, hellbraun, $35 - 68 \mu$ mit $2 - 5 \mu$ dicker Wand. Homothallisch.

Kalifornien, Mäusekot.

VI. MYCOTYPHA Fenner 1932

Mycologia 24, 196

Hyphen erst unseptiert, später mit Querwänden. Conidienträger meist aufrecht, mit langen, fertilen, ährenartigen Conidien-Köpfchen, erst unseptiert, später septiert, verzweigt. Conidien an Sterigmen auf den zylindrischen Köpfchen (Blasen) stehend. Zygoten, soweit bekannt, mucorähnlich.

Bisher zwei Arten bekannt.

1. *Mycotypha microspora* Fenner 1932

Mycologia 24, 196 (Abb. 1, Tf. 2, 3; Abb. auch bei Novak & Backus 1963) Abb. 56

Conidienträger auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar aufrecht in Büscheln, positiv phototropisch, mit ährenartigen, zunächst weißen, später violett-grauen, schließlich braunen Conidienständen. Die häufig verzweigten Träger sind mehrere Male so lang wie die Conidienstände, in älteren Kulturen mit Querwänden im Abstand von etwa $8 - 10 \mu$, erst hyalin, später gelblich. Die Conidien sitzen an kurzen Sterigmen in einer meist rechtsdrehenden Spirale. Conidienstände 20 bis über 500μ lang, meist $17 - 20 \times 200 - 300 \mu$ (ohne Conidien). Unter günstigen Bedingungen werden manchmal auf den Conidienständen sekundäre, meist kugelige Stände ausgebildet, ähnlich den Zweigen, welche sich auf den kopfähnlichen Blasen von *Choanephora cucurbitarum* entwickeln. Wenn Conidien dieser kleinen Köpfe ausgesät werden, entwickeln sich normale Individuen. Die kugeligen Köpfe treten auch auf nährstoffarmen Medien oder in alten Kulturen auf. Bei der Reife fallen die Conidien ab und hinterlassen zahlreiche Höcker mit Narben. Conidien eiförmig bis kugelig, $2 - 4 \mu$, hyalin bis blaß blaugrün. Die Sterigmen bleiben als kleine, hyaline, schnabelartige Fortsätze an den Conidien haften. Im Substratmycel entwickeln sich 20μ große kugelige Sproßgemmen. Bei 35°C üppiges Wachstum, bei 10°C kein Wachstum mehr. Zygoten unbekannt. USA., Luftinfektion, Erde (Fenner 1932, Novak & Backus 1963).

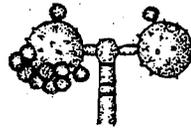
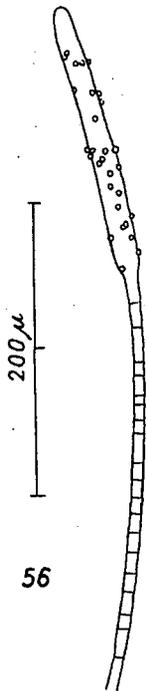


Abb. 56. *Mycotypha microspora*; Conidienstände (n. Fenner 1932). Abb. 57. *Thamnocephalis quadrupedata*; conidientragende Köpfcchen (n. Blakeslee 1905 aus Zycha 1935)

2. *Mycotypha africana* Novak & Backus 1963

Mycologia 55, 793 (Abb. 3 - 7).

Langsamwüchsig; R a s e n auf Kartoffelwasser-Dextrose-Agar 0,3 - 0,4 cm hoch, grau, im Alter bräunlich. Hyphen hyalin, verzweigt, unregelmäßig septiert, z. T., besonders die Substrathyphen, mit angeschwollenen Zellen. Conidienträger aufrecht, einfach, manchmal verzweigt, im durchscheinenden Licht bräunlich, nach der Spitze zu blasser, etwa $9,5 \mu$ dick, 3 - 4 mm hoch, im unteren Teil septiert. Trägerwand fein punktiert. Der maiskolbenartige Conidienstand zylindrisch, $15 - 37 \times 25 - 500 \mu$. Sterigmen spiralig angeordnet. Conidien erst hyalin, dann bräunlichgrau in Masse, unter dem Mikroskop hell grünlichblau, dünnwandig, glatt, mit Papille, lang ellipsoidisch, $2 - 3,5 \times 4 - 7 \mu$, oder kugelig bis oval, $2 - 4 \mu$. Z y g o t e n zahlreich, mucorähnlich, an oder über der Agaroberfläche, braunschwarz, dickwandig, kugelig, $35 - 55 \mu$, mit Warzen. Suspensoren gleich oder ungleich groß, bei

der Reife gelbbraunlich, gerade oder etwas gebogen. Gametangien nahezu gleich. Homothallisch.

Optimale Temperatur für das Mycelwachstum 36 - 37° C, Maximum 43° C.

Südafrika, Erde.

Mycotypha dichotoma Wolf 1955 ist nach Wolf (1957) das Conidienstadium der *Pezi-zacee Plicaria fulva* Schneider.

VII. THAMNOCEPHALIS Blakeslee 1905

Bot. Gaz. 40, 165.

Substratmycel zart, mit Anastomosen. Conidienstandträger septiert, aus einem aufrechten Stämmchen mit Rhizoiden und einer dicht gabelig geteilten Krone bestehend. Conidien zahlreich an kugeligen Köpfchen, die paarweise gegenüberstehend an den Kronenästchen sitzen.

Die Zugehörigkeit der Gattung zu den *Mucorales* konnte noch nicht bewiesen werden.

Bisher sind zwei Arten bekannt.

1. *Thamnocephalis quadrupedata* Blakeslee 1905

Bot. Gaz. 40, 165 (Abb. 6) Abb. 57

Trägerachse bräunlich, etwa 0,75 mm hoch, unten 15 μ , oben 8 μ dick. Köpfchen 13 - 19 μ . Conidien kugelig, 5,5 μ , gelblich, dickwandig, mit sehr feinen Stacheln. Zur Zeit der Sporenreife werden in allen Hyphen Querwände angelegt.

Nordamerika, auf *Sphagnum* (Blakeslee 1905); China, auf Papier (Ou 1940 b).

2. *Thamnocephalis ovalispora* B. S. Mehrotra & B. R. Mehrotra 1964

Z. Bakt. II, 117, 425 (Abb. 1 - 11)

Trägerachse septiert, 135 - 381 μ lang, an der Basis 13 - 22 μ dick, an der Spitze 5,5 - 11 μ , an der Basis mit zwei Rhizoidenbüscheln. Der Träger ist an der Spitze gabelig verzweigt, die Seitenzweige sind wieder mehrfach gegabelt. Köpfchen kugelig, 10 - 22,5 μ . Conidien kugelig bis oval, 4,4 - 5,5 x 4,4 - 7,7 μ , dickwandig, glatt, gelblich.

Indien, Fledermauskot.

VIII. SIGMOIDEOMYCES Thaxter 1891

Bot. Gaz. 16, 22.

Conidienstandträger aufrecht, stark dichotom oder sympodial verzweigt, mit vielen Querwänden. An den Verzweigungsstellen der gekrümmten Seitenäste stehen paarweise an kurzen Stielchen die kugeligen, conidientragenden Köpfchen. Conidien farblos, dickwandig, kugelig, mit zahlreichen feinen Stacheln.

Zwei Arten:

Sigmoideomyces dispiroides Thaxter 1891

Bot. Gaz. 16, 22 (Abb. 4; Abb. auch bei Lindau 1900)

Sigmoideomyces clathroides Elliott-Bayliss 1913

Trans. Brit. Mycol. Soc. 4, 121.

Die systematische Stellung dieser Gattung ist unklar. Nach Clements & Shear (1957) zu den *Moniliaeae* gehörend.

4. Familie: MORTIERELLACEAE

Die Familie ist gekennzeichnet durch die Ausbildung von ein- bis vielsporigen Sporangien, denen jedoch eine in das Innere des Sporangiums vorgewölbte, typische Columella fehlt. Zygoten sind nur bei einem Teil der Arten bekannt.

Nur bei der Gattung *Mortierella* ist die Zugehörigkeit zu den Mucorales nachgewiesen. Die übrigen Gattungen sind auf Grund der Sporangienart von den Autoren den Mortierellaceae zugeordnet worden. Ihre Zugehörigkeit zu dieser Familie ist daher noch zweifelhaft.

Die Gattung *Haplosporangium* halten mehrere Autoren wegen der großen Ähnlichkeit mit *Mortierella* nicht für berechtigt (Björling 1936); sie soll hier jedoch aufrecht erhalten werden.

Gattungen der Mortierellaceae

1. Sporangien meist vielsporig (2)
Sporangien ein- bis zweisporig II. *Haplosporangium* (S. 241)
2. Sporangienträger vom Substratmycel ausgehend, mehr oder weniger verzweigt
..... I. *Mortierella* (S. 155)
Sporangienträger an langer steriler Hauptachse, unverzweigt
..... III. *Dissophora* (S. 242)
Sporangien langgestreckt, mit Dornen IV. *Echinosporangium* (S. 244)

Herpocladium Schröter 1886, nomen dubium, da ungenügend beschrieben (fide Zycha 1935).

I. MORTIERELLA Coemans 1863

Bull. Soc. R. Acad. Belg., 2. sér. 15, 536.

Bearbeitet von G. Linnemann

Sporangienträger meist verzweigt, Sporangien vielsporig, doch kann bei einzelnen Arten die Sporenzahl stark reduziert sein. Querwand zwischen Träger und Sporangium bei den meisten Arten flach oder uhrglasförmig gewölbt, doch bilden einige Arten auch eine kleine Columella und werden daher als Übergang zur Gattung *Mucor* betrachtet. Gemmen (Chlamydosporen) kommen sehr häufig vor, auch in Gestalt von "Stielgemmen" ("Stylosporen"), die meist eine stachelige oder warzige Oberfläche haben. Der Ölreichtum in Hyphen, Gemmen und Sporen kann sehr groß sein. Auf diesem beruht anscheinend nicht nur die lange Lebensdauer, sondern auch ein starker, alliumartiger Geruch, der allerdings den auch ölreichen Arten der Sect. *Isabellina* fehlt. Zygoten wurden nur selten gefunden. Die

dichte Hyphenumhüllung der zuerst beschriebenen Zygoten von *M. nigrescens*, *M. rostafinskii*, *M. polycephala* und *M. renispora* legte die Vermutung nahe, daß dieser Zygotentyp charakteristisch für die Gattung *Mortierella* sei. Sie wurde jedoch widerlegt durch das Auffinden nicht umhüllter Zygoten durch Gams & Williams (1963) bei *M. parvispora* und durch Williams, Gray & Hitchin (1965) bei *M. marburgensis*.

Die große Zahl der beschriebenen Arten wird zweckmäßigerweise nach morphologischen Merkmalen in die folgenden 11 Sektionen eingeordnet.

Sektionen der Gattung *Mortierella*

1. Rasen niedrig, weiß oder farbig, Träger meist aus dem Substratmycel gebildet
 A. Sect. *Isabellina* (S. 156)
 Rasen meist weiß, wattig; Träger meist aus dem Luftmycel entstehend (2)
2. Stylosporen vorhanden (3)
 Keine Stylosporen (4)
3. Nur Stylosporen vorhanden, keine Sporangien. B. Sect. *Stylospora* (S. 164)
 Außer Stylosporen auch Sporangien vorhanden C. Sect. *Polycephala* (S. 170)
4. Die Seitenäste entstehen aus einer vesikelartigen Anschwellung des Trägerendes
 D. Sect. *Ambigua* (S. 184)
 Sporangienträger ohne solche Vesikel. (5)
5. Sporangienträger klein, etwa bis 200 μ (6)
 Träger höher, meist über 200 μ (7)
6. Sporangienträger unverzweigt E. Sect. *Alpina* (S. 187)
 Sporangienträger verzweigt F. Sect. *Minutissima* (S. 200)
7. Sporangienträger unverzweigt oder sehr wenig verzweigt G. Sect. *Elongata* (S. 209)
 Träger verzweigt (8)
8. Verzweigung der Träger cymös-sympodial H. Sect. *Hygrophila* (S. 219)
 Verzweigung cymös und racemös I. Sect. *Mutabilis* (S. 231)
 Verzweigung mehr oder weniger scheindoldig, cymös oder racemös
 K. Sect. *Spinosa* (S. 234)
 Verzweigung der Träger dichotom L. Sect. *Dichotoma* (S. 237)

A. Sectio *Isabellina*

Das ausgeprägteste Merkmal ist der niedrige samtige *R a s e n*, der oft gefärbt ist. Das Substratmycel ist im Gegensatz zu allen anderen *Mortierellen* nur wenig dichotom verzweigt; die Hyphen bedecken das Substrat in dichter Lage. Ein knoblauchartiger Geruch ist nicht vorhanden. Die Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit scheint ziemlich groß zu sein. *Z y g o t e n* sind bei keiner Art bekannt. Der von Möller (1903) beschriebene *Mucor ramannianus* weicht von dieser Gruppe nur durch das Vorhandensein einer, allerdings sehr kleinen *Columella* ab. Indessen sind auch bei *Mortierella isabellina* columellenartige Vorwölbungen vorhanden, die den Übergang von den columellenlosen Formen zu der Art Möller's bilden.

Nach Turner (1963) gibt es keine Angaben über physiologische Unterschiede zwischen den Arten dieser Sektion und anderen Arten.

Turner (1963) ist der Auffassung, daß *M. pusilla* und *M. subtilissima* auf Grund ihres gelappten Substratmycel nicht in die von Linnemann (1941) aufgestellte Sectio Pusilla gehören. Sie werden daher aus der Gruppe mit niedrigem Rasen und andersgeartetem Substratmycel herausgenommen. In Anlehnung an Turner (1963) wird daher auch die Bezeichnung der Sektion in "Isabellina" geändert.

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Rasen weiß | (2) |
| Rasen farbig, selten weiß | (4) |
| 2. Sporangien einsporig, Träger sehr kurz, stark pfriemlich | 1. <i>M. nana</i> (S. 157) |
| Sporangien mehrsporig | (3) |
| 3. Sporangienträger zylindrisch, 110 - 150 μ lang | 2. <i>M. humicola</i> (S. 158) |
| Träger von der Basis (5 - 8 μ) nach der Spitze (2 - 3,5 μ) sich verjüngend, 200 - 250 μ lang | 3. <i>M. turficola</i> (S. 159) |
| 4. Rasen rötlich, selten weiß | (5) |
| Rasen grau, selten weiß | 4. <i>M. isabellina</i> (S. 159) |
| 5. Columella vorhanden | 5. <i>M. ramanniana</i> (S. 160) |
| Columella nicht vorhanden | (6) |
| 6. Sporangienträger mit halsartiger Erweiterung | 6. <i>M. longicollis</i> (S. 162) |
| Sporangienträger ohne Erweiterung | 7. <i>M. vinacea</i> (S. 163) |

1. *Mortierella nana* Linnemann 1941

Pflanzenf., H. 23, 16 (Abb. 6) Abb. 58

M. alba Manká & Gierczak 1961, Prace. Kom. biol. Poznan, Abb. 9

Substratmycel wie bei *M. isabellina*, wenig dichotom verzweigt und ziemlich dicht, etwas zonig. Hyphen 2 - 5 μ dick, stark ölhaltig. Luftmycel weiß, gleichmäßig dicht, etwas wattig, nur wenige mm hoch, ebenfalls stark ölhaltig. Sporangienträger unmittelbar aus dem Substratmycel oder auch als kleine senkrechte Abzweigungen aus Lufthyphen entstehend, sehr klein, anfangs recht spärlich; Länge etwa 30 μ (n. Turner 1963 bis 60 μ), Dicke von der Basis zum Sporangium kaum abnehmend, etwa 1,5 - 2,5 μ . Verzweigung anfangs fehlend oder nur ein Seitenast vorhanden. Schließlich, vor allem über dem Substrat, reicher verzweigt, mit bis zu 6 Ästen, die anfangs monopodial, seltener sympodial angeordnet sind, zuletzt aber mehr gedrängt aus derselben, meist verdickten Stelle des Hauptträgers entstehen. Sporangien einsporig, sehr klein. Membran zerfließend, Kragenrest nur manchmal deutlich. Sporen kugelig, mit zentralem Öltropfen, glatt, 4 - 7 μ . Gemme n und Zygoten nicht beobachtet. Geruch nicht typisch, etwas süßlich.

Diese Art steht zwischen den samtigen und den wattigen Formen, außerdem zwischen dem Typ der Stylosporen tragenden und dem der Sporangien tragenden Arten. Sie ähnelt

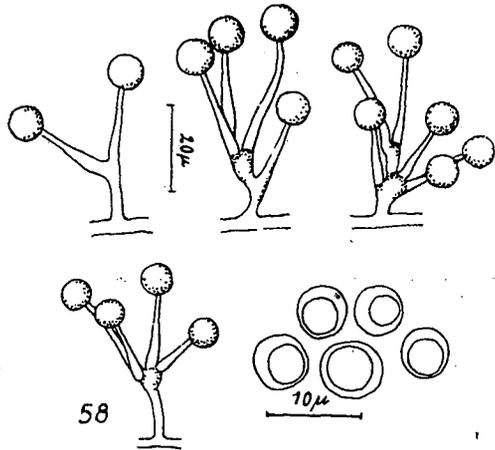


Abb. 58. *Mortierella nana*; Sporangienträger und Sporen (n. Linnemann 1941)

unter den ersteren besonders *M. sepedonioides*, unter den letzteren *M. insignis*, ist aber von beiden Arten deutlich unterschieden.

M. alba Manká & Gierczak 1961 gleicht in Gestalt und Maßen den Trägern und Sporen von *M. nana*, nur daß die 1-sporigen Sporangien als Stylosporen mit glatten Wänden bezeichnet werden (vgl. auch Turner 1963).

Deutschland, Erde aus Lärchenbestand pH 4,2, von Buchenmykorrhizen (Linnemann 1941), Erde aus Eichen- und Buchenmischwald, pH 4,6, von *Pseudotsuga*-Wurzeln (Linnemann, neue Funde), in durch Bewässerung ausgelaugten Böden soll *M. nana* gehemmt sein (Hirte 1961); Belgien, Lehm und Waldböden (Welvaert & Veldeman 1955); Australien, dominierende *Mortierella* in podsolierten Heideböden ohne Ortstein. vgl. *M. ramanniana* (McLennan & Ducker 1957); Polen, an *Pinus sylvestris*-Wurzeln (Manká & Gierczak 1961).

2. *Mortierella humicola* Oudemans & Koning 1902

Arch. Neerland. Sc. nat. sér. 7 (Abb.)

Substratmycel unausgeprägt, nicht gelappt, immer weiß, Sporangienträger aufrecht, zylindrisch, weder an der Basis aufgebläht noch an der Spitze verschmälert, 110 - 150 μ hoch. Sporangien kugelig, etwa 20 μ , mit sehr zarter Membran. Sporen kugelig, sehr durchsichtig, etwa 3 μ , ohne Ölkugel. Gemmen und Zygoten nicht bekannt.

Niederlande, in Erde (Oudemans & Koning 1902); Frankreich, Torfboden (Ling-Young 1930).

M. stricta Wolf 1954 könnte mit *M. humicola* identisch sein. Darauf deuten die ziemlich zylindrischen Träger und ihre Maße, wie auch die Sporangien und Sporen hin. Das Substratmycel schein schmalzonig zu sein ("0,5 mm Breite" sehr unwahrscheinlich!). Wolf beschreibt "zitronenförmige" Gemmen, bildet sie aber ellipsoidisch ab.

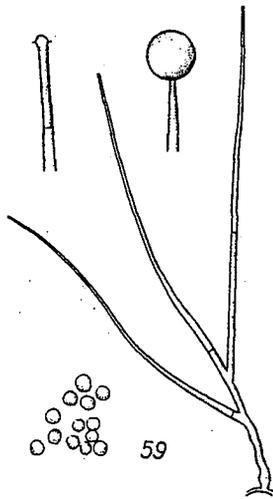


Abb. 59. *Mortierella turficola* (n. Ling-Young 1929 aus Linnemann 1941)

3. *Mortierella turficola* Ling-Young 1930

Rev. Gén. Bot. 42, 743 (Abb. 35) Abb. 59

Mycel zart, ausgebreitet, septiert. Sporangienträger niedrig, aufrecht, 200 - 250 μ , unten 5 - 8 μ dick, nach oben auf 2 - 3,5 μ verschmälert. Verzweigung meist sympodial. Sporangien kugelig, glatt, 10 - 15 μ , Membran leicht zerfließend. Sporen kugelig oder (unter Druck) vieleckig, glatt, einzeln hyalin, in Haufen weißgelblich, 1,8 - 2 μ . Stielgemmen, Gemmen und Zygoten nicht bekannt.

Diese Art ist in ihrer systematischen Stellung nicht ganz eindeutig wegen ihrer knappen Beschreibung. Linnemann (1941) ordnete sie in die Sectio Hygrophila. Es erscheint jetzt gerechtfertigter, sie in der Sect. *Isabellina* unterzubringen. Die Höhe der Träger dieser Gruppe schwankt zwischen 30 μ (*M. nana*) und 500 μ (*M. ramanniana*), so daß *M. turficola* mit der Trägerhöhe etwa eine Mittelstellung hat, wie *M. isabellina* und *M. vinacea*; die Sporen sind nur geringfügig kleiner als die von *M. isabellina* und *M. ramanniana*. Auch die Angabe, daß die Sporen unter Druck vieleckig sein können, deutet auf diese Sektion. Die für *M. turficola* angegebene cymöse Verzweigung kommt auch bei anderen Arten dieser Sektion vor. Die Septierung unterhalb des Sporangiums erinnert an *M. ramanniana*. Frankreich, in torfiger Erde (Ling Young 1930).

4. *Mortierella isabellina* Oudemans & Koning 1902

Arch. néerland. Sc. nat. 2. sér. 7, 266 - 298 (Abb., Abb. auch bei van Beijma 1929, Dixon-Stewart 1932, Linnemann 1941) Abb. 60

M. atrogrisea van Beijma thoe Kingma 1929, Verhandl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam II. Sect. 26.

M. humilissima Pišpek 1929. Acta Bot. Inst. Univ. Zagreb 4.

M. isabellina var. *ramifica* Dixon-Stewart 1932, Trans. Brit. Myc. Soc. 17, 208 - 220

M. fusca Wolf 1954, Zentrbl. Bakt. II, 107, 523 - 548

Substratmycel unausgeprägt oder in schmalen Zonen (Temperaturunterschiede!). Luftmycel nur wenig ausgebildet. Rasen niedrig hell- bis dunkelgrau. Sporangienträger 120 - 200 μ hoch, oft unregelmäßig angeschwollen, im Vergleich zur Länge an Breite nur wenig abnehmend, etwa von 4 - 5 auf 2 - 3 μ . Die in älteren Kulturen oft stark verzweigten Träger haben meist sehr fein zugespitzte schmale Äste von 1 - 2 μ Breite. Nach Oudemans & Koning unverzweigt, jedoch in etwas älteren Kulturen meist mehr oder weniger stark verzweigt mit langen, gedrängten Ästen. Querwände im Träger verhältnismäßig häufig. Sporangien vielsporig, grau, 12 - 18 μ , Membran zerfließend, nicht immer einen deutlichen Kragen hinterlassend. Das Trägerende ist mehr oder weniger vorgewölbt und bildet oft eine Art Columella, die etwa 4,5 x 7,0 μ erreichen kann. Sporen vieleckig bis rundlich, 2 - 3 μ . Gemmen nicht häufig, nach Oudemans & Koning mit dünner Membran, kugelig oder länglich, unregelmäßig, etwa 8 bis 12 μ . Zygoten unbekannt.

Holland, in Waldböden (Oudemans & Koning 1902), auf faulendem Holz (van Beijma 1929); Deutschland, Waldboden (pH 3,8 - 4,2) und auf faulendem Holz (Zycha 1935, Linnemann 1936); Schweden, Rinde von *Pinus* und *Fagus* (Björling 1936).

Nach Linnemann (1936) gibt es alle Übergänge zwischen helleren und dunkleren, unverzweigten und verzweigten Formen, so daß *M. atrogrisea* van Beijma, *M. fusca* Wolf, sowie die var. *ramifica* Dixon-Stewart keine Berechtigung haben. Die von Pišpek 1929 beschriebene, aus Fichtenwaldboden isolierte *M. humilissima* soll *M. nigrescens* und *M. minutissima* nahe stehen. Der niedrige graubraune Rasen, die kleinen, vielsporigen, grauen Sporangien und die ca. 3 μ großen kugeligen Sporen deuten jedoch auf die Zugehörigkeit zu *M. isabellina*.

5. *Mortierella ramanniana* (Möller) Linnemann 1941

Pflanzenforsch., H. 23, S. 19 (Abb. 13; Abb. auch bei Möller 1903, Hagem 1908, Lendner 1908, Zycha 1935). Abb. 61

Mucor ramannianus Möller 1903, Z. Forst-Jagdsw. 35, 321

Substratmycel wie bei *M. isabellina*, typisch mortierellenartig, wenn auch wenig dichotom verzweigt, gelegentlich in feinen unregelmäßigen Zonen. Luftmycel niedrig, samtig, von einem helleren oder etwas kräftigeren Rot, das gegenüber dem von *M. vinacea* etwas mehr Blau hat. Sporangienträger aus dem Substratmycel entstehend, ohne Rhizoiden, unverzweigt. Länge etwa 250 - 500 μ , in der Breite etwa von 4 - 6 auf 3 - 5 μ verschmälert. Etwa 20 μ unterhalb des Sporangiums immer eine Querwand. Sporan-

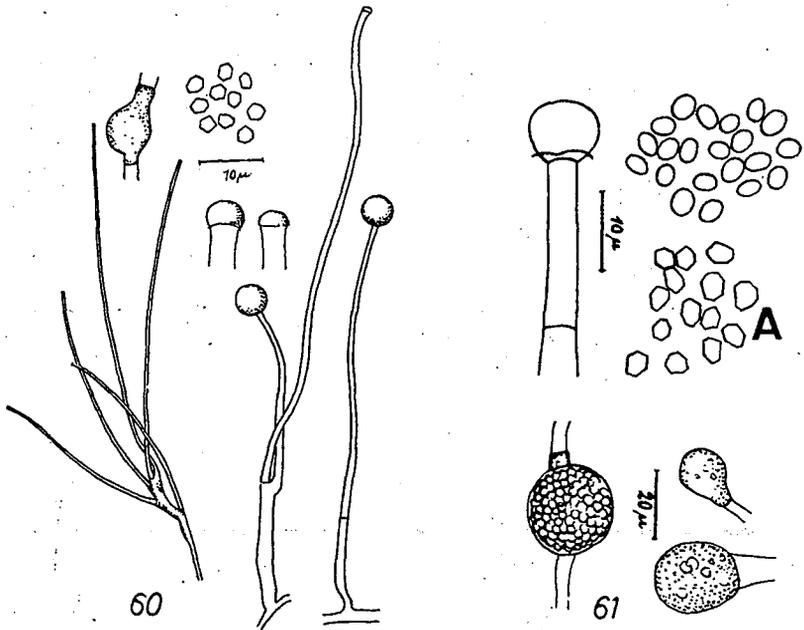


Abb. 60. *Mortierella isabellina*; (n. Linnemann 1941)

Abb. 61. *Mortierella ramanniana*; Sporangienträger mit Columella, Sporen, terminale und interkalare Gemmen, A Sporen der var. *angulispora* (n. Linnemann 1941)

g i e n rot, 10 - 25 μ. Öfters angegebene größere Maße beziehen sich wahrscheinlich auf schon verquellende Sporangien. Membran zerfließend, einen deutlichen Kragen hinterlassend. Columella sehr klein, besonders im Vergleich zur Trägerbreite, etwas gedrückt kugelig, ungefähr 7 - 9,5 μ hoch und 8 - 12 μ breit. Sporen meist kurz-oval, seltener kugelig, 2 - 3 μ, Gemmen in älteren Kulturen in großer Anzahl, etwa von 7 - 60 μ Durchmesser (Riesenzellen), gewöhnlich kugelig, dicht mit fettartigen Kügelchen gefüllt. Zygote n nicht beobachtet. Geruch nicht vorhanden.

M. ramanniana ist im Gegensatz zu *M. isabellina* auf Aneurin angewiesen (Schopfer 1939). Peberdy, J. F. & Turner, M. (1968) untersuchten die Esterasen-Profile von 9 Stämmen und kamen zu dem Schluß, daß diese keine taxonomische Bedeutung für diese Pilze haben.

Deutschland, auf Kiefernmycorrhiza (Möller 1903), in Waldböden (Johann 1932, Zycha 1935, Linnemann 1936 u. 1941); Frankreich (Ling-Young 1930); Norwegen (Hagem 1908), Österreich (Zycha 1935); England, in Böden von Calluna-Heiden (Sevell & Brown 1959); nördl. Rußland, einer der vorherrschenden Bodenpilze auf abgebrannter und

umgepflügter Waldfläche (Raillo 1929), Südslawien (Pišpek 1929), Teneriffa (Zycha 1935), Madeira (Linnemann 1936), Nordamerika (Povah 1917, Paine 1927), Mexico (Linnemann 1958), Australien (Dale 1914, McLennan & Ducker 1957). Letztere Autorinnen fanden sowohl in England als auch in Australien diese Art häufig auf stark podsolierten Böden mit einer Ortsteinbank im B-Horizont, hingegen nicht beim Fehlen letzterer, während *M. nana* regelmäßig darin aufgefunden wurde. Nach Pistor (1929) liegt das pH-Optimum bei 3,0, nach Müller (1937) bei 5,4, nach Linnemann (1941) lagen die pH-Werte zwischen 4,1 und 5,3.

Turner (1963) isolierte von Wiesenboden (pH 6,8) einen Stamm (M 29), der in verschiedener Hinsicht von der normalen Form abweicht. Die Farbe ist scharlachrot-iedergelb (pinkish buff), die Träger sind 400 - 1500 μ (meist etwa 750 μ) lang, die Sporen ellipsoidisch, meist 4 - 4,5 \times 1,5 - 2 μ , die großen Chlamydosporen sind meist länglich. Obgleich Turner der Ansicht ist, daß die Unterschiede gegenüber dem normalen Typ dieser variablen Art nicht groß genug sind, um eine neue Art aufzustellen, könnte eine neue Varietät gerechtfertigt sein.

Mortierella ramanniana var. angulispora (Naumov) Linnemann 1941

Pflanzenforsch. H. 23, S. 19 (Abb. 13 e) Abb. 61 A

Mucor angulisporus Naumov 1935 (Mucorales, Moskau)

Nach Naumov ist das Mycel grau-violett (auf Reis), nach Linnemann (1941) ist die Farbe etwa wie bei *M. vinacea*, also mehr nach braun-rot. Die einzige Abweichung von der Hauptform ist sonst die eckige Gestalt der Sporen. Im übrigen herrscht Übereinstimmung im Wachstum, in der typischen Columella, im Auftreten der Querwand unterhalb des Sporangiums, in den Riesenzellen und den zum Teil terminalen Gemmen.

Deutschland, in Waldböden, pH-Werte zwischen 4,1 und 5,5 (Linnemann 1941 u. neuere Funde); Schweiz, auf Felsboden bei Muottas Muraigl (Linnemann); Rußland, (Naumov 1935); Nordschweden, in Moor (Linnemann 1958); Mexico, unter Eichen, Quiroya, 1600 m (Linnemann 1958).

Abgesehen von der Verschiedenheit der Farbe und der Gestalt der Sporen scheint die var. *angulispora* auch physiologisch Unterschiede zur Hauptart zu zeigen. Nach Debrit (1950) sind sowohl *M. ramanniana* als auch die Varietät *angulispora* Biotin-autotroph, hingegen ist nur letztere Aneurin-autotroph.

6. Mortierella longicollis Dixon-Stewart 1932

Trans. Brit. Myc. Soc. 17,214 (Abb. 6) Abb. 62

Mycel samtig, mit der Sporangienreife weinrot werdend. Sporangienträger verlängert, wenig verzweigt, 5 - 7 μ breit. Sporangien purpurfarben-braun, kugelig, gewöhnlich mit einer halsartigen Basis, dann insgesamt 80 μ lang, Sporangium allein 30 μ . Sporen bräunlich in der Masse, klein und eckig, 1,5 - 2 μ . Stielgemmen und Zygoten unbekannt. Australien, in Gartenerde und Walderde.

Nach Dixon-Stewart wechselt die Farbe des Rasens mit verschiedenem Substrat. Auf Czapeks Nährboden wurden auch einige Gemmen gebildet. Durch die halsartige Basis und die kleineren Sporen von der ähnlichen *M. vinacea* unterschieden.

7. *Mortierella vinacea* Dixon-Stewart 1932

Trans. Brit. Myc. Soc. 17, 213 (Abb. 5, Abb. auch bei Linnemann 1941). Abb. 63

Substratmycel unausgeprägt oder auch fein gezont (Temperaturschwankungen von Tag und Nacht). Luftmycel samtig, erst weiß; dann fleischfarben rot (Ridgway, Pl. 39). Seltener höher, etwas lockerer und weißlich. Sporangienträger etwa 100 μ lang, einzelne bis zu 200 μ ; Breite ziemlich gleichbleibend, von etwa 3 - 4 μ auf 1,5 - 2 μ verschmälert. Verzweigung reich, gedrängt; anfangs ziemlich regelmäßig monopodial, später gemischt monopodial und sympodial mit oft fast quirlig zusammengedrängten Ästen. Sporangien 10 - 12 μ , braunrot. Membran zerfließend, Kragen nicht sichtbar. Sporen 3 - 5 μ , unregelmäßig eckig. In den oft unregelmäßig angeschwollenen Hyphen 7 - 10 μ große, mehr oder weniger kugelige Gemmen. Zygoten nicht beobachtet.

In kultiviertem Boden und in Waldböden. Australien, (Dixon-Stewart 1932); Deutschland, in verschiedenen Waldböden, pH 3,4 - 5,6 (6,5) (Linnemann 1941); Österreich, mehrmals in Waldböden, auch an der Baumgrenze am Patscherkofel und in Obergurgl (Linnemann 1941 und spätere Funde); England, im A-Horizont einer Waldbraunerde (Chesters & Thornton 1956); Nordschweden, Abisco-Station (Linnemann 1958); Mexico, unter *Pinus durangensis*, 2800 m (Linnemann 1958).

Nach Tominaga 1963 enthielt der Stiel von *Armillaria matsutake* fast immer Mycel von *M. vinacea*. Beide Pilze drangen in das lebende Wurzelgewebe von *Pinus densiflora* ein und bildeten Mykorrhiza.

Nach Dixon-Stewart ist die Farbe des Rasens je nach dem Nährboden verschieden stark ausgeprägt. Nach Linnemann (1941 und 1958) ist sie mit durch die Anzahl der Sporangien bedingt und kann auf dem gleichen Substrat (Malzextrakt-Agar) sehr unterschiedlich sein. Der aus einer Bodenprobe von Abisco isolierte Stamm war fast weiß und behielt dieses Aussehen nach öfterem Überimpfen über 4 Jahre. Er hatte sehr feine, ölige Hyphen und reichliche kleine typische, ölige Gemmen; Sporangienträger waren nur wenige vorhanden. Dieser Stamm aus dem hohen Norden Europas entsprach der fast weißen *M. vinacea* vom Nevado de Toluca in Mexico, 3700 ü. M.

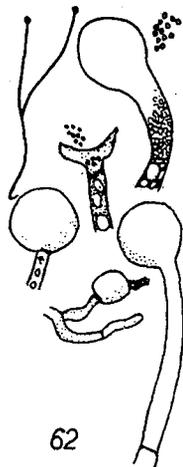
Turner (1963) beschreibt einen sehr langsam wachsenden Stamm mit dunkel-rotbraunem Rasen, der auf Malzagar fast schwarz wird. Sporangienträger kaum mehr als 50 - 75 μ , tief kupferbraun unter dem Mikroskop, sonst typisch. Viele Chlamydosporen, ziemlich typisch in Gestalt und Größe, perlschnurartig aneinandergereiht.

var. *grandispora* Khalabuda & Zhdanova, N. N. 1967

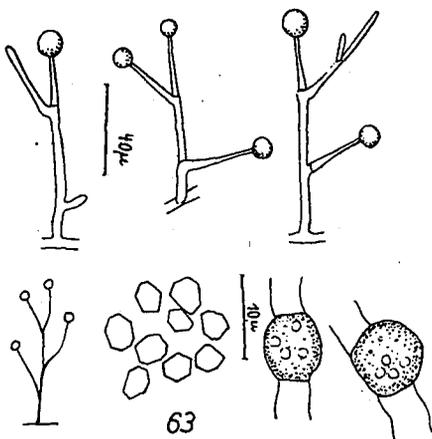
J. Bot. Acad. Sci. Ukr. 14, 60

Von der Hauptart durch unverzweigte Sporangienträger, stark inkrustierte Sporangien und 4 - 8 μ große Sporen unterschieden (n. Turner 1963).

Rußland, Eichen-Kiefern-Wald, bei Kiew, Erde.



62



63

Abb. 62. *Mortierella longicollis*; Verzweigung, Sporangienformen, Kragen, Gemme (n. Dixon-Stewart 1932)

Abb. 63. *Mortierella vinacea*; Sporangienträger (n. Dixon-Stewart 1932), Sporen, Gemmen (n. Linnemann 1941)

B. Sectio Stylospora

In dieser Gruppe sind die Formen zusammengeschlossen, von denen bisher nur Stielgemmen bekannt sind. Es ist klar, daß für diese Einteilung keine innere Verwandtschaft maßgebend ist, sondern nur das Motiv der Übersichtlichkeit. Die Grenze zwischen Stielgemmen mit sehr fein bestachelter Membran und 1-sporigen Sporangien ist nicht scharf. Da die Stielgemmen wie Sporen auskeimen, liegt auch im Keimungsvorgang kein Anhalt zur einwandfreien Unterscheidung. Deshalb wurde als maßgebender Unterschied der Zustand der Membran betrachtet, die bei den Sporangien zerfließend ist und einen Kragen hinterläßt (vgl. *M. monospora*), während die Stielgemmen mitsamt ihrer mehr oder weniger bestachelten oder warzigen, dünneren oder dickeren Außenmembran abfallen. Unter Umständen ist an der Ablösungsstelle der Stielgemmen am Trägerende eine kleine Eindellung oder eine ebene Wand zu erkennen, während das Trägerende der Sporangien meist etwas vorgewölbt ist.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß es Formen gibt, bei denen nur Stylosporen bekannt sind, die aber auf geeigneten Nährböden auch Sporangienträger bilden. Diesen Eindruck hatte ich von dem mir 1957 von Hesselstine zugesandten Stamm A-7498, weil die Stylosporen denen von *M. angusta* sehr

ähnelten. Ein anderer Stamm, A-7513, von Hesseltine war einer Stylosporen tragenden Art sehr ähnlich, die nach Hörter & Hunsteger 1962 eine Mycose bei Hennen bewirkte. Dieser Pilz ist vielleicht identisch mit einer von Costantin (1892) beschriebenen Art, die 18μ große Stylosporen hatte und aus der Trachee einer Katze isoliert wurde.

M. plectoconfusa Wolf 1954, nach der Originalzeichnung mit Hyphensträngen, aus denen längliche gestielte Gemmen oder Sporen wachsen, ist offensichtlich keine *Mortierella*.

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. Sporenträger unverzweigt | (2) |
| Träger verzweigt | (4) |
| 2. Träger stark verjüngt, etwa 40μ lang | 8. <i>M. acuminata</i> |
| Träger fast zylindrisch, bis etwa 180μ lang | (3) |
| 3. Stylosporenmembran sehr fein bestachelt | 9. <i>M. horticola</i> |
| Membran mit auffallend netziger Struktur | 10. <i>M. stylospora</i> |
| 4. Verzweigung monopodial, wirtelig | 11. <i>M. verticillata</i> |
| Verzweigung cymös, Träger klein, stark verjüngt | 12. <i>M. sepedonioides</i> |
| Verzweigung unregelmäßig, oft spärlich | (5) |
| 5. Träger $40 - 120 \mu$ lang | 13. <i>M. humilis</i> |
| Träger $80 - 200 \mu$ lang | 14. <i>M. zonata</i> |

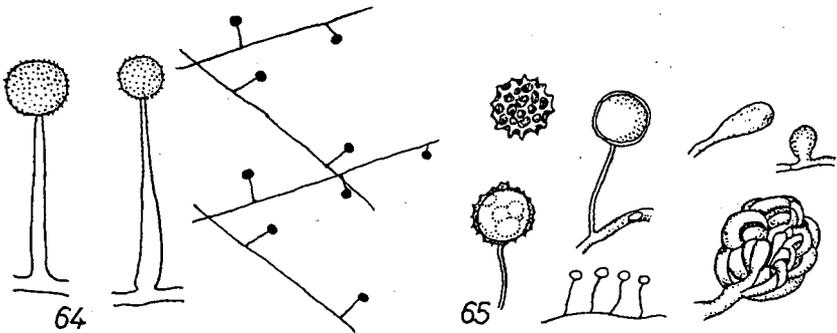


Abb. 64. *Mortierella acuminata*; Luftmycel und Stielgemmen (n. Linnemann 1941)

Abb. 65. *Mortierella stylospora*; Stielgemmen, Mycelgemmen, Zygote (?) (n. Dixon-Stewart 1932 aus Linnemann 1941)

8. *Mortierella acuminata* Linnemann 1941

Pflanzenforsch. H. 23, S. 21 (Abb. 14) Abb. 64

Substratmycel in schmalen (etwa 1 cm breiten) Zonen, die stellenweise lappig aufgeteilt sind. Luftmycel weiß, bis 0,5 cm hoch. Träger der Stielgemmen 25 - 50 μ lang, in der Breite von etwa 5 auf 0,5 - 1 μ abnehmend, unverzweigt. Sie entstehen in senkrechter Abzweigung aus den Lufthyphen und sind dank ihrer Gedrungenheit ziemlich steif. Stielgemmen kugelig oder etwas gedrückt kugelig, 10 - 18 μ , mit sehr feinbestachelter Oberfläche. Sporangien, andersartige Gemmen und Zygoten unbekannt. (Unter der Bezeichnung "Sabet 5" vom CBS erhalten);

9. *Mortierella horticola* Linnemann 1941

Pflanzenforsch. H. 23. S. 21 (Abb. 15)

Substratmycel wie bei *M. marburgensis*, mittel-kleinspitzlappig, schön rosettig. Luftmycel weiß, ziemlich spärlich. Träger sehr zart, 46 - 175 μ lang, von 3,5 - 4 auf 1,5 - 2 μ verschmälert, überwiegend unverzweigt, bei Verzweigung meist nur ein Seitenast. Stielgemmen kugelig, 6 - 11 μ , Membran deutlich, wenn auch sehr fein, bestachelt. Geruch nicht typisch. Die Stellen der Lufthyphen, aus denen die Träger entstehen, sind nicht wie gewöhnlich im Vergleich zum übrigen Faden aufgebläht, sondern die ganze Hyphe behält ihre gleichmäßige Stärke bei. Sporangien, andersartige Gemmen und Zygoten nicht beobachtet.

Deutschland, Gartenerde, pH 6,5; Waldboden (Kalk) pH 6,5.

10. *Mortierella stylospora* Dixon-Stewart 1932

Trans. Brit. Myc. Soc. 17, 218 (Abb. 8) Abb. 65

Substratmycel gestrichelt strahlig-lappig oder auch unausgeprägt. Luftmycel weiß, wattig, spärlich. Träger gleichmäßig dünn, einzelne verhältnismäßig lang, etwa 30 - 180 zu 4 - 5 μ . Stielgemmen kugelig, 12 - 18 μ , mit stark grubig netziger Membran und deutlichen, allerdings sehr feinen und kurzen Stacheln. Geruch stark mortierellenartig. Gemmenartige Mycelanschwellungen auf Bouillon-Dextrose-Agar reichlich, kleiner als die Stielgemmen und sehr verschieden geformt, vereinzelt terminal. Auf Glukose-Pepton-Agar Hyphenknäuel, aber keine Zygoten.

Australien, in Erde.

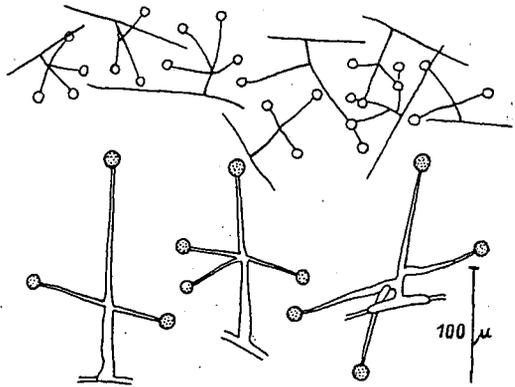


Abb. 66. *Mortierella verticillata*; Stielgemmen (n. Linnemann 1941)

11. *Mortierella verticillata* Linnemann 1941

Pflanzenforsch. H. 23, S. 22 (Abb. 17) Abb. 66

Substratmycel gestrichelt strahlig. Luftmycel weiß, ziemlich locker, gleichmäßig und bis zu 1 cm hoch. Träger in sehr großer Anzahl, senkrecht von Lufthyphen abzweigend. Länge 50 - 150 μ , Breite an der Basis 3,5 μ , am sehr zugespitzten Ende etwa 0,5 μ . Ohne Spur einer Vorwölbung am Trägerende und ohne Kragenrest. Verzweigung monopodial, bis zu 6 Seitenäste, die quirlig oder scheinquirlig angeordnet sind. Stielgemmen kugelig, mit sehr fein bestachelter Membran, 9 - 15 μ . Andersartige Gemmen, Sporangien oder Zygoten nicht beobachtet. Geruch mortierellenartig.

Deutschland, in Waldböden unter *Picea*, *Fagus*, *Calluna*, pH 3,5 - 4,1; Österreich, unter *Erica* auf Kalk, pH 4,8; Schweden, (Abisco) 68° 30' n. Breite; Mexico, unter *Pinus leiophylla* auf Kalk, 2500 m ü. M., pH 5,1 (Linnemann 1941, 1958 und weitere Funde).

Typisch ist die wirtelige Verzweigung der Träger und die kaum sichtbar bestachelte Membran der Stielgemmen, dadurch von der sehr ähnlichen *M. humilis* gut unterschieden.

12. *Mortierella sepedonioides* Linnemann 1941

Pflanzenforsch. H. 23, S. 23 (Abb. 18) Abb. 67

Substratmycel unausgeprägt. Luftmycel weiß, das Substrat nur wenig überspinnend. Träger zahlreich, ohne Rhizoiden senkrecht aus Lufthyphen entstehend, sehr klein und stark pfriemlich. Länge 35 - 50 μ seltener bis 75 μ , Breite von 5 - 7 μ auf 1,2 - 2 μ abnehmend. Verzweigung gedrängt cymös. Entstehungsstelle der Seitenäste meist stark geschwollen. Stielgemmen deutlich bestachelt, leicht gelblich, 8 - 15 μ , leicht abfallend und dann - in älteren Kulturen - zu größeren Nestern vereinigt. Geruch meist

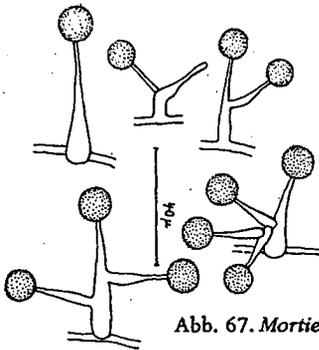


Abb. 67. *Mortierella sepedonioides*; Stielgemmen (n. Linnemann 1941)

stark, alliumartig. Sporangien, andersartige Gemmen oder Zygoten nicht beobachtet.

Deutschland, unter *Pinus sylvestris*, Brandstelle; Schweiz, (Stazer Wald, Gorner Grat, Baumgrenze) pH 4,7 - 5,7 (Linnemann 1941 und spätere Funde).

Diese auffallende Form könnte die Vermutung nahe legen, daß es sich hier nicht um eine *Mortierella* handelt. Sie erinnert stark an *Sepedonium*, und die zusammengeballten Stielgemmen erinnern an *Endogone*. Dagegen ist das Mycel ausgesprochen mortierellenartig und der Geruch auch typisch. Auf Erdeextrakt-Agar und Pepton-Glukose-Agar konnte, abgesehen von einer weniger reichlichen Stielgemmenbildung, keine Veränderung festgestellt werden.

13. *Mortierella humilis* Linnemann 1936

Flora 130, S. 176 - 217, (Abb. 16) Abb. 68

Substratmycel kleinlappig bis gestrichelt-strahlig. Luftmycel weiß, wattig, gleichmäßig und locker, bis 0,5 cm hoch. Träger 45 - 150 μ hoch, häufig 100 - 120 μ , Breite von 2 - 6 μ auf 0,5 - 1 μ abnehmend. Verzweigung ziemlich reich aber unregelmäßig, cymös oder racemös mit verschiedenen langen Ästen. Stielgemmen kugelig, etwas gelblich; deutlich, aber sehr fein bestachelt, 7 - 16 μ , meist 9 - 13 μ . Gemmen, Sporangien und Zygoten nicht beobachtet.

Deutschland, sehr häufig in verschiedensten Waldböden, in Kompost, Wegabstichen, Wiesenboden; England, im A-Horizont einer Wald-Braunerde (Chesters & Thornton 1956); Österreich, (Wiener Wald); Schweiz, (Heutal); Schweden, (200 km nördl. d. Polarkreises, Station Abisco) unter Birken, Weiden, Ericaceen; Mexico, (Nevado de Toluca) *Pinus*-Hochwald, 3000 m (Linnemann 1936, 1941, 1958 und neuere Funde). pH 3,7 - 6,4.

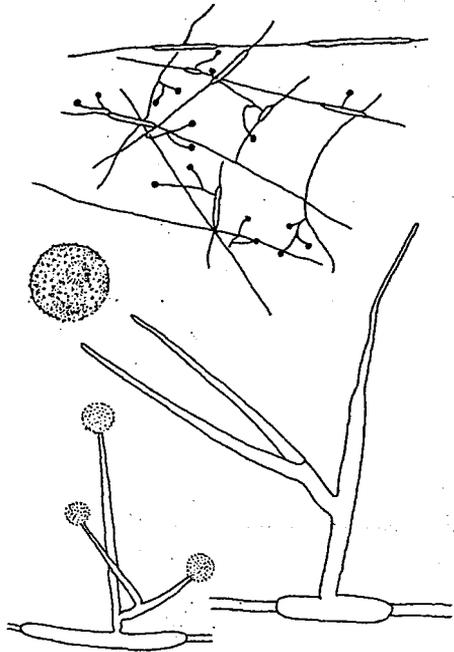


Abb. 68. *Mortierella humilis*; Stielgemmen (n. Linnemann 1936)

14. *Mortierella zonata* Linnemann 1936

Flora 130, 210 (Abb. 17, Abb. auch bei Linnemann 1941) Abb. 69

Substratmycel zonig oder auch etwas aufgeteilt. Luftmycel weiß, wattig, locker, etwa bis 1 cm hoch. Träger wie bei voriger Art von den Lufthyphen rechtwinkelig abzweigend, Höhe zwischen 80 und 215 μ , Breite von 5 - 6 μ auf 1 - 2 μ abnehmend. Verzweigung nicht vorhanden oder sehr unregelmäßig cymös-sympodial oder auch bündelartig zusammengedrängt, meist lange, nahe der Basis des Hauptträgers ansetzende Äste. Stielgemmen sehr fein bestachelt (Bestachelung meist erst bei entleerten Membranen erkennbar), kugelig, 10 - 25 μ , mit oder ohne Öl. Gemmen, Sporangien und Zygoten unbekannt. Geruch schwach mortierellenartig. Deutschland, auf Fruchtkörper von *Gomphidius glutinosus*, in Waldboden (Linnemann 1936); Österreich, (Patscherkofel, nahe Baumgrenze); Nordschweden, (Abisco) (Linnemann 1958 und neuere Funde) pH 4,3 - 5,3.

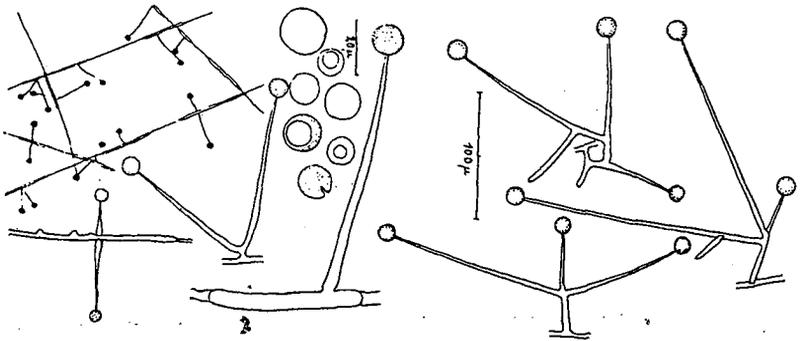


Abb. 69. *Mortierella zonata*; Stielgemmen (n. Linnemann 1936, rechts Original).

C. Sectio Polycephala

Die Angehörigen dieser Gruppe gehören - mit wenigen Ausnahmen - zu den stattlichsten Mortierellen. Sie haben gewöhnlich stark aufgeblähte Träger, große Sporangien und Sporen, sowie Stielgemmen. Letztere wurden für alle Arten beschrieben, obgleich sie nicht immer aufgefunden werden; oft sind sie in großer Menge vorhanden.

Es scheint, daß die Arten dieser Sektion auch in physiologischer Hinsicht eine Sonderstellung einnehmen, da sie meist auf tierischen Exkrementen und seltener in Erde gefunden wurden. Sie gehören mit zu den zuerst entdeckten Mortierellen, was nicht nur auf ihre Größe, sondern auch auf die Art ihres Vorkommens zurückzuführen ist. Auffallenderweise sind sie später nicht oft wieder beobachtet worden. Van Tieghem gibt an, daß er erst durch den typischen, allium-artigen Geruch auf die von ihm beschriebenen Arten aufmerksam wurde. Nach verschiedenen Angaben und eigenen Beobachtungen bilden sich die Sporangienträger vor allem an dem die Glaswände der Kulturgefäße überziehenden Luftmycel (vgl. auch Bachmann 1900).

Die Systematik dieser Gruppe ist z. T. noch problematisch. Ich bin zu der Ansicht gekommen, daß der Beschaffenheit des Stielgemmen-Exospors mehr systematische Bedeutung zukommt und daß die fein-bestachelten und die warzigen, beziehungsweise dornigen Stylosporen in verschiedene Formenkreise gehören. Deshalb wurde die zuerst als Varietät zu *M. polycephala* gestellte *M. angusta* aus diesem Formenkreis herausgenommen. Das gilt auch für *M. raphani*, die wegen der unterschiedlichen Stylosporen wieder zu einer selbständigen Art erhoben wurde.

1. Sporangienträger unverzweigt oder nur 1 Seitenast dicht über der Basis (2)
Träger verzweigt (9)
2. Träger mit Rhizoiden oder blasigen Anschwellungen an der Basis (4)
Träger ohne solche Bildungen (3)
3. Träger unverzweigt, an der Basis auf 25 - 30 μ geschwollen; Stylosporen mit breiten
Warzen von 0,1 - 1 μ Länge 15. *M. angusta* (S. 172)
Träger oft mit einem tief ansetzendem Seitenast, an der Basis nur etwa bis 8 μ breit . . .
. 16. *M. rishikeshia* (S. 172)
4. Träger an der Basis mit blasigen Anschwellungen (5)
Träger mit Rhizoiden (6)
5. Träger sehr groß, bis 3 cm; Sporen 6 - 8 x 11 - 16 μ 17. *M. tuberosa* (S. 173)
Träger bis etwa 5 mm; Sporen 4 - 5 x 7 - 9 μ 18. *M. pilulifera* (S. 175)
6. Sporen sehr lang, spindelförmig 19. *M. fuispora* (S. 175)
Sporen rundlich oder eckig (7)
7. Sporen stumpfeckig - unregelmäßig; Träger unter dem Sporangium eingeschnürt
. 20. *M. strangulata* (S. 175)
Sporen kugelig oder oval (8)
8. Träger groß und kräftig 21. *M. simplex* (S. 176)
Träger nur 100 - 385 μ 22. *M. indica* (S. 177)
9. Verzweigung monopodial (10)
Verzweigung kandelaberartig durch sympodiale Verzweigung (14)
10. Sporen glatt (11)
Sporen mit rauher oder grubiger Oberfläche (12)
11. Sporangienträger mit wenigen kurzen, zylindrischen, etwa wechselständigen Ästen
. 23. *M. polycephala* (S. 177)
Träger mit oft zahlreichen, mehr oder weniger quirligen Ästen, die an der Basis aufge-
bläht sind (13)
12. Sporen feinbestachelt 23. *M. polycephala* var. *echinulata* (S. 179)
Sporen mit netzig-grubiger Oberfläche 24. *M. reticulata* (S. 179)
13. Verzweigung der Seitenäste häufig, Stylosporen warzig . . . 25. *M. vantieghemi* (S. 180)
Verzweigung der Seitenäste seltener, Stylosporen feinbestachelt 26. *M. raphani* (S. 180)
14. Verzweigung sympodial, kandelaberartig 27. *M. candelabrum* (S. 181)
Sympodial verzweigte Hauptträger mit meist mehreren Quirlen von kurzen Seitenästen.
. 28. *M. biramosa* (S. 183)

15. *Mortierella angusta* Linnemann n. sp.

(Abb. bei Linnemann 1941) Abb. 70

M. polycephala var. *angusta*: Linnemann 1941, Pflanzenf. H. 23, 29

Substratmycel unausgeprägt oder auch etwas gezont. Luftmycel auf Malzagar nicht besonders gut ausgebildet, unregelmäßig tuffartig verteilt. Sporangienträger sehr spärlich (auf allen von Linnemann benutzten Nährböden), ohne Rhizoiden entstehend, 275 - 575 μ lang, von 25 - 36 μ auf 7 - 8 μ verschmälert. Sporangien 10 - 20-sporig, Membran zerfließend, nur ein sehr kleiner Kragen sichtbar. Sporen unregelmäßig kugelig bis oval, zum Teil abgeflacht, sehr verschieden groß, 7 - 22 μ , glatt, ohne Öl. Stielgemmen auf allen Nährböden ziemlich reichlich, 14 - 20 μ , mit breiten, etwas konischen, 0,5 - 1 μ hohen Warzen bedeckt. Stiele verzweigt oder unverzweigt, etwa 60 - 80 μ lang oder auch länger. Gemmen unregelmäßig, vereinzelt, nicht charakteristisch. Geruch nicht typisch. Zygotenartige Hyphenknäuel nur auf Bouillon-Dextrose-Agar beobachtet.

Die Linnemann von Gams (Jan. 1962) zur Bestimmung vorgelegte Isolierung erwies sich als typische *M. angusta*. Sie bildete nach etwa 4 Wochen auf Malzextrakt-Agar Sporangienträger, auf Modess-Agar (Symp. Bot. Ups. Nr. 1, 1941) nur Stielgemmen. Die mir vom Centraalbureau in Baarn zugesandte "*M. angusta* (Linnemann) Gams" (Stamm 293.61 = NRRL A-11,301,T) entsprach der von Linnemann 1941 beschriebenen Art nicht mehr. Dieser Stamm erwies sich als außerordentlich öereich; die Ölpartikel wölbten vielfach Membranen vor bzw. traten heraus, was nicht genau zu unterscheiden war. Auch war die warzige Struktur der Stylosporen nicht klar zu erkennen. Gams (1963) glaubte in diesen (von Linnemann als wahrscheinliche, durch den außergewöhnlichen Standort - sehr saurer Podsol, pH 2,8 - bedingte Anomalien angesehenen) Veränderungen Übergänge zwischen typischen Sporangiosporen und Stylosporen vor sich zu haben.

Deutschland, quelliger Boden unter *Picea*, pH 4,1 (Linnemann 1941); England, Liverpool (Gams 1963).

16. *Mortierella rishiksha* Mehrotra & Mehrotra 1964

Ztrbl. Bakt. II. Abt. 118, 184-185 (Abb. 23-30)

Luftmycel farblos; Sporangienträger ohne Rhizoiden, meist aus dem Luftmycel entstehend, 195 - 525 μ x 5,4 - 5,5 μ ; Verzweigung spärlich, oft mit einem Seitenast wenig über der Basis. Sporangien bräunlich, 11 - 27 μ , ohne Columella. Sporen fast kugelig bis breit-oval, mit Ölkugel, meist 4,4 - 6,6 x 7,7 - 8,8 μ . Stielgemmen deutlich bedornt, mit bis 7,7 μ langen Auswüchsen, an hyphenartigen Stielen von 169 - 339 μ Länge und 2,2 - 3,7 μ Breite. Gemmen kugelig bis oval, 12,5 - 40 x 10 - 15 μ , meist etwa 17,5 μ .

In den Maßen der Träger, Sporangien, Sporen wie auch in dem Exospor weitgehend mit *M. angusta* und *M. vanthieghemi* übereinstimmend, aber von beiden durch die Art der Verzweigung und die Länge der Auswüchse der Stielgemmen verschieden.

Indien (Rishikesh), Waldboden (Mehrotra & Mehrotra 1964).

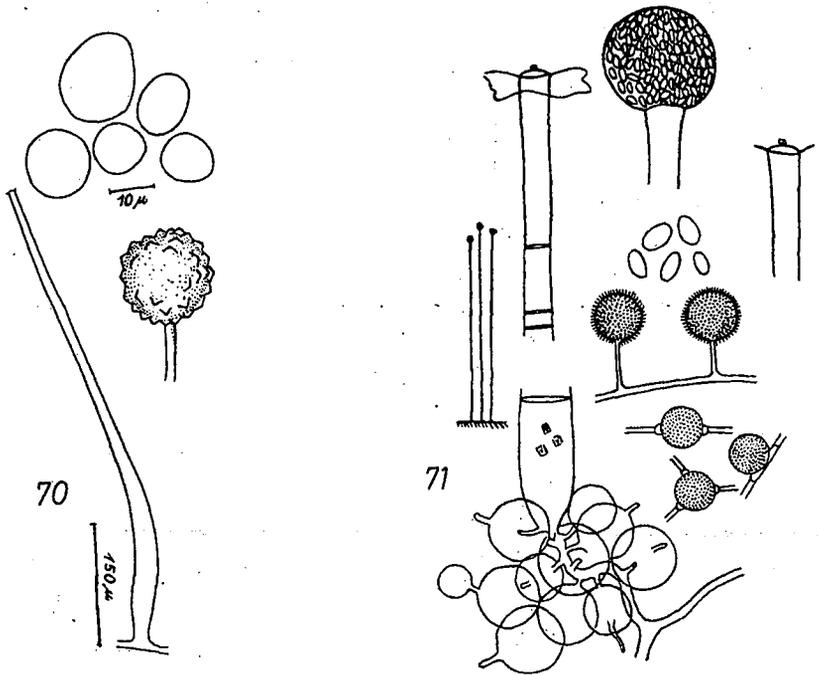


Abb. 70. *Mortierella angusta* (n. Linnemann 1941). Abb. 71. *Mortierella tuberosa* (n. van Tieghem 1875)

17. *Mortierella tuberosa* van Tieghem 1875

Ann. Sc. nat. 6. sér. Bot., 94 - 102 (Abb. 55 - 62) Abb. 71

Substratmycel unausgeprägt, in typischer Weise dichotom aufgeteilt, jedoch durch die stärkeren bis etwa 12 μ dicken Hyphen mucorähnlich. Luftmycel kräftig, 2 - 3 cm hoch, in älteren Kulturen etwas gelblich. Sporangienträger sehr derb, etwa wie bei den großen Mucoraceen (z.B. *Mucor albo-ater*) aber ohne phototropische Einstellung. Die Träger wachsen aus dichten Ansammlungen von großen, mit Plasma erfüllten Mycelblasen hervor, sind zuerst schmal, dann plötzlich aufgebläht, zum Sporangium hin etwas verschmälert und dicht unter dem Sporangium noch einmal etwas verbreitert. Ihre Länge erreicht 3 cm, ihre Breite 70 μ; sie haben verhältnismäßig viel Querwände. Sporangien etwa 100 μ, mit zahlreichen Sporen, die durch eine Zwischensubstanz beim Verquellen manchmal lange zusammengehalten werden. Die Membran zerfließt und hinterläßt einen großen Kragen. Die leichte Vorwölbung des Trägers am Ende zeigt

einen stark lichtbrechenden kleinen Knopf in der Mitte. Die glatten S p o r e n sind unregelmäßig in Form und Größe, meist von annähernd kugeliger Gestalt oder auch länglich, etwa $7 - 12 \mu$ (van Tieghem: $6 - 8 \times 11 - 16 \mu$). Stie l g e m m e n von Linnemann (1941) nicht beobachtet, doch nach van Tieghem (1875) sehr reichlich, manchmal ausschließlich, $20 - 25 \mu$ groß, kurzbestachelt. G e m m e n unregelmäßig groß, kugelig oder oval. G e r u c h stark alliumartig nach van Tieghem (1875), schwach nach Linnemann (1941).

Deutschland, auf Mist (Jahn 1913); Frankreich, auf Rattenexkrementen (van Tieghem 1875), unter *Hypnum splendens*, im Boden (Ling-Young 1930).

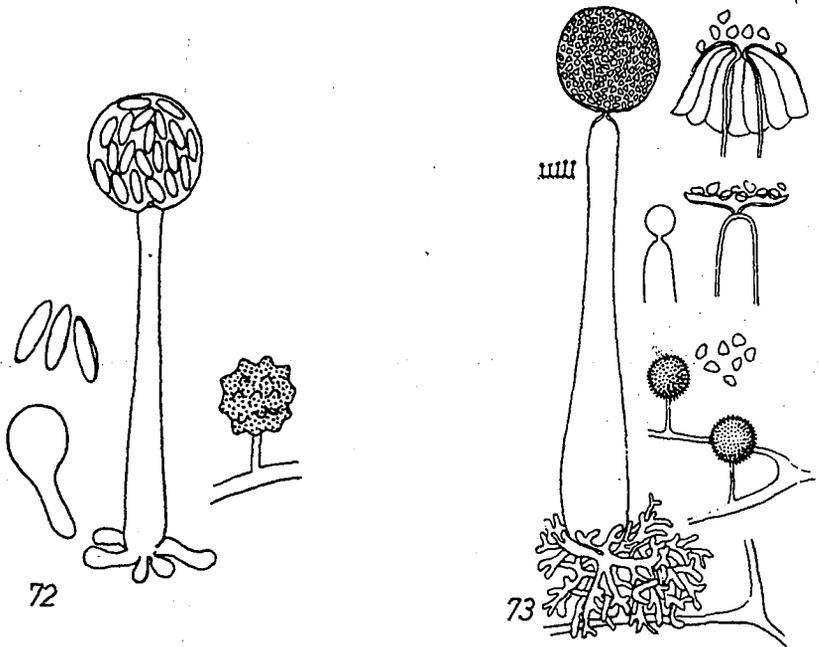


Abb. 72. *Mortierella fuispora* (n. van Tieghem 1875 aus Linnemann 1941). Abb. 73. *Mortierella strangulata* (n. van Tieghem 1875)

18. *Mortierella pilulifera* van Tieghem 1875

Ann. Sc. nat. 6. sér. Bot., 105 - 106 (Abb. 63 - 69)

Mycel mit dichotomer Verzweigung, die Wände der Kulturgefäße überspinnend. Sporangienträger lang, dünn und zart, eine Höhe von etwa 5 mm erreichend. An ihrer Basis eine große Anzahl blasiger Anschwellungen, die dicht mit plasmatischer Substanz erfüllt sind und sich bei der Bildung der Sporangien entleeren. Die Blasen sind durch dünne Hyphen untereinander verbunden. Sporangien klein, Membran zerfließend und nur einen kleinen herabgeschlagenen Kragen hinterlassend. Sporen oval, $4 - 5 \times 7 - 9 \mu$. Stielgemmen wie bei *M. tuberosa*, nur kleiner. Andere Gemmen und Zygoten nicht bekannt.

Diese Art ist *M. tuberosa* sehr ähnlich, sie ist im wesentlichen nur durch die kleineren Maße unterschieden.

Frankreich, auf Kaninchenmist (van Tieghem 1875).

19. *Mortierella fusispora* van Tieghem 1876

Ann. Sc. nat. 6. sér. Bot., 385 (Abb. 105 - 107) Abb. 72

Mycel das Substrat und die umgebenden feuchten Gegenstände weit überspinnend. Sporangienträger einzeln, bis 5 mm hoch, an der Basis mit einer kleinen Rosette von Rhizoiden. Sporangium verhältnismäßig groß, milchweiß. Sporen sehr langgestreckt $5 - 6 \times 22 - 24 \mu$, spindelförmig, in viel gelatinöse Substanz eingebettet. Stielgemmen vereinzelt, etwa 12μ , mit ziemlich großen Stacheln. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Frankreich, auf Kaninchenmist (van Tieghem 1876)

20. *Mortierella strangulata* van Tieghem 1875

Ann. Sc. nat. 6. sér. Bot., 102 - 105 (Abb. 70 - 76) Abb. 73

Mycel in charakteristischer dichotomer Verzweigung sich weit über das Substrat ausbreitend. Sporangienträger 800 bis 1000μ hoch, unten 75μ breit, an der Spitze 25μ , unterhalb des Sporangiums auf etwa 8μ eingeschnürt. An der Basis dichtes Geflecht von kurzen, dichotomen Rhizoiden. Membran des Trägers an der Einschnürung und im unteren Teil des Sporangiums verdickt, so daß beim Zerfließen der Sporangienmembran ein großer Kragen zurückbleibt. Sporen unregelmäßig in Größe und Gestalt, meist stumpf-dreieckig, mit einer etwas längeren Seite, etwa $6 \times 9 \mu$. Stielgemmen gelegentlich innerhalb sehr dichten Mycels oder auch in der Umgebung des Sporangienträgers, sehr dicht und fein bestachelt, $18 - 20 \mu$, kurzgestielt. Zygoten und Gemmen unbekannt.

Frankreich, auf Rattenexkrementen (van Tieghem 1875).

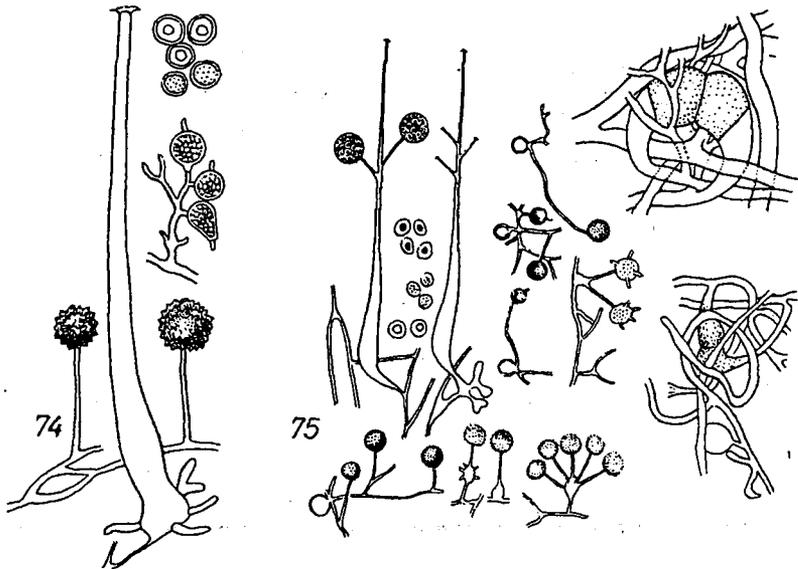


Abb. 74. *Mortierella simplex* (n. van Tieghem & Le Monnier 1873)

Abb. 75. *Mortierella polycephala*; Sporangienträger und Stylosporen, Zygotenbildung (n. van Tieghem & Le Monnier 1873)

21. *Mortierella simplex* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. nat. 5. sér. Bot., 350 (Abb. 103 - 106) Abb. 74

Mycel dichotom, stark kriechend. Sporangienträger mit einigen kurzen Rhizoiden an der Basis, unverzweigt, ohne Querwände, 700 - 1000 μ hoch und - auch unterhalb des Sporangiums - sehr breit, etwa von 70 μ auf 10 - 15 μ verschmälert. Sporangien sehr groß, vielsporig. Membran zerfließend, einen kleinen Kragen hinterlassend. Sporen glatt, kugelig oder oval, etwa 10 μ , häufig mit einer zentralen Ölkugel. Stielgemmen bald vereinzelt, bald in der Umgebung der Sporangien, völlig kugelig, ca. 16 μ , mit großen konischen Auswüchsen übersät, länger gestielt. Gemmen in ziemlich regelmäßiger Form und Größe, etwa 10 - 12 μ . Zygoten unbekannt. Geruch typisch.

Durch die abweichenden Sporangienträger (ohne Einschnürung), Sporen und Stielgemmen gut von *M. strangulata* unterschieden. Ferner scheint auch die Rhizoidenbildung ziemlich unterschiedlich zu sein.

Frankreich, auf feuchter Erde (van Tieghem & Le Monnier 1873); in Torfboden (Ling-Young 1930).

22. *Mortierella indica* B. S. Mehrotra 1960

Ind. Phytopath. 13, 68 (Abb.)

Substratmycelje nach dem Nährmedium verschieden, teils dünn und weit ausgebreitet, teils gelappt. Luftmycel auf Erd- oder Heu-Extrakt-Agar wattig, farblos. Sporangienträger 100 - 385 μ , von 8 - 13 μ untere Breite auf 2,8 - 3,2 μ nach oben verschmälert; an der Basis mit farblosen bis leicht braunen Rhizoiden. Verzweigung cymös; Äste 42 - 85 μ lang, von 2,8 auf 1,4 μ verschmälert, unterhalb der Sporangien leicht verbreitert. Sporangien 14 - 22 μ , farblos mit zerfließender Wand, einen Kragen hinterlassend. Sporen elliptisch bis oval, selten kugelig, glatt, 3 - 4 x 4 - 11 μ , meist etwa 3 x 6 μ . Stielgemmen terminal oder interkalar, 20 - 30 μ , stachelig bis dornig; die dornigen Auswüchse 3 - 6 μ lang.

Die dicklichen Rhizoiden erinnern sehr an die bei *M. fusispora*, die auch dickliche Auswüchse der Stylosporen hat, allerdings mehr warzige.

Indien, Botanischer Garten. Allahabad.

23. *Mortierella polycephala* Coemans 1863

Bull. Acad. Belg., 2. sér., 15, 1. part., 536 (Taf. I, 1 - 6; Abb. auch bei van Tieghem & Le Monnier 1873, Dauphin 1908, Vuillemin 1918) Abb. 75

M. crystallina Harz 1871 (nach Fischer 1892)

M. Le Monnieri Vuillemin 1918

M. canina Dauphin 1908 (= Varietät)

Mycel kriechend. Sporangienträger meist in Gruppen zu 5 - 20 aus feinen dichotomen Ästen entstehend, zum Teil mit rhizoidenartigen Bildungen an der Basis; etwa bis 250 μ hoch, etwas über der Basis stark aufgebläht und zur Spitze hin sehr fein ausgezogen. Im oberen Teil einige kurze unverzweigte Äste in wechselständiger oder scheinquirlicher Anordnung und mit etwas kleineren Sporangien abschließend. Sporangien mit etwa 4 - 20 Sporen, die kugelig oder oval sind und einen Durchmesser von 10 bis 12 μ haben. Stielgemmen fein bestachelt, an unverzweigten oder verzweigten Trägern oder auch unmittelbar an der Lufthyphe ohne Stiel: etwa 20 μ . Gemmen interkalar oder terminal, etwa von Sporengröße. Zygoten von Dauphin (1908) beobachtet. Die Gametangien sind kurze Äste, an ihrem Ende aufgebläht, krummstabförmig aufeinander zugekrümmt, gleich oder auch - häufiger - etwas ungleich groß. Die fertigen Zygoten samt ihrer Hyphenumkleidung erscheinen als makroskopisch sichtbare weiße Flocken, die sehr schnell braun werden. Sie erreichen einen Durchmesser von 1 mm. Nach Dauphin homothallisch.

Über diesen Pilz, der viel seltener ist, als oft angenommen wird, besteht noch ziemliche Unklarheit. Das liegt einestheils an der unvollständigen Diagnose Coemans, andernteils an

der anscheinend großen Variabilität. Van Tieghem & Le Monnier (1873) vervollständigten die kurze Beschreibung Coemans und gaben gute neue Abbildungen. Vuillemin (1918) sah keine Identität zwischen der von Coemans und der von van Tieghem & Le Monnier beschriebenen *M. polycephala*; er nannte die letztere *M. Le Monnieri*. Als einen der Hauptunterschiede gab er die Ausgestaltung der Basis der Sporangienträger an. Nach Coemans und Vuillemin wächst der Träger in der ganzen Breite aus rhizoidenartigen starken Hyphenanschwellungen, nach van Tieghem & Le Monnier entsteht er aus feinen dichotomen Ästen und ist zunächst noch schmal, um erst ein Stück über der Basis zu seiner größten Breite anzuschwellen. Als wesentlich für die typische *M. polycephala* sieht Vuillemin noch den großen Kragenrest an. Dauphin, der die Art gründlich untersuchte, übernahm die Abbildung von Tieghem & Le Monnier's. In seinen eigenen Zeichnungen stellt er sowohl einen großen herabgeschlagenen Kragen als auch an der Basis verschmälerte Träger dar. Da die Träger gewöhnlich in Gruppen entstehen und ihre Entstehungsstelle einer Rhizoidenbildung sehr ähnelt, sind also durchaus Übergänge zwischen den einzelnen, angeblich verschiedenen Formen vorhanden, und die Aufstellung einer neuen Art, *Le Monnieri*, erscheint mir nicht begründet genug.

Belgien, auf *Polyporus*- und *Daedalea*-Fruchtkörpern (Coemans 1863); Gibraltar, Salzmarsch (Turner & Pugh 1961); Frankreich, auf Rattenexkrementen, auf Bierhefe (van Tieghem & Le Monnier 1873); Rußland, (?) auf *Trametes suaveolens*, modernden Eichen- und Buchenblättern (Harz 1871).

Die von Mehrotra & Bajal 1963 abgebildete *M. polycephala* scheint nach der Art der Verzweigung, den Sporen und nach den warzigen Stylosporen eher zu *M. vantieghemi* zu gehören.

var. *canina* (Dauphin) Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 29; = *canina* Dauphin 1908, Ann. Sc. nat. Bot. ser. 9, 8, 29 - 30 (Abb. 28)

Sporangienträger in Gruppen zu 4 - 5 oder mehr, etwa 350 - 400 μ hoch, Anschwellung an der Basis oder etwas oberhalb beginnend, etwa von 14 - 16 μ auf 1,5 - 2 μ verschmälert, ohne Rhizoiden. Sporangien mit 10 - 15 Sporen, etwa 30 μ im Durchmesser, mit fast völlig zerfließender Membran, nur einen kleinen herabgeschlagenen Kragen hinterlassend. Träger mit einer ebenen oder leicht gewölbten Wand abschließend. Sporen unregelmäßig kugelig, 8 - 9 μ . Verzweigung selten vorhanden und dann nur 1 kleiner Seitenast im oberen Teil des Hauptträgers, der mit einem gleich großen oder etwas kleineren Sporangium abschließt und an der Basis etwas zusammengeschnürt ist. Stielgemmen etwas gedrückt-kugelig, 15 - 16 μ ; die einen typisch bestachelt, die anderen mit kräftigeren Auswüchsen, am Ende von Hyphen oder an verschiedenen langen Verzweigungen dieser Hyphen. Gemmen und Zygoten nicht bekannt.

Auf Kartoffeln bildete diese Form nur Stielgemmen, keine Sporangienträger.

Vom Arttypus abweichend durch die größere Höhe, die durchschnittlich etwas kleineren Sporen und Stielgemmen und die geringere Verzweigung. Da aber *M. polycephala* diesbezüglich sehr variiert, wird die Form nur mit einigem Vorbehalt als Varietät beibehalten.

Leider ist in der Abbildung von Dauphin keine der Stielgemmen mit kräftigeren Auswüchsen. Diese könnten vielleicht für die systematische Zuordnung stärker ins Gewicht fallen.

Frankreich, auf Hundekot, untermischt mit Mucorineen (Dauphin 1908).

Mortierella polycephala var. *echinulata* (Harz) Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 30.

M. echinulata Harz 1871, Bull. Soc. impér. nat. Moscou, 44. (Abb.) Nur durch etwas größere (12 - 15 μ), feinbestachelte Sporen abweichend. Sporenzahl im Sporangium = 4 - 7.

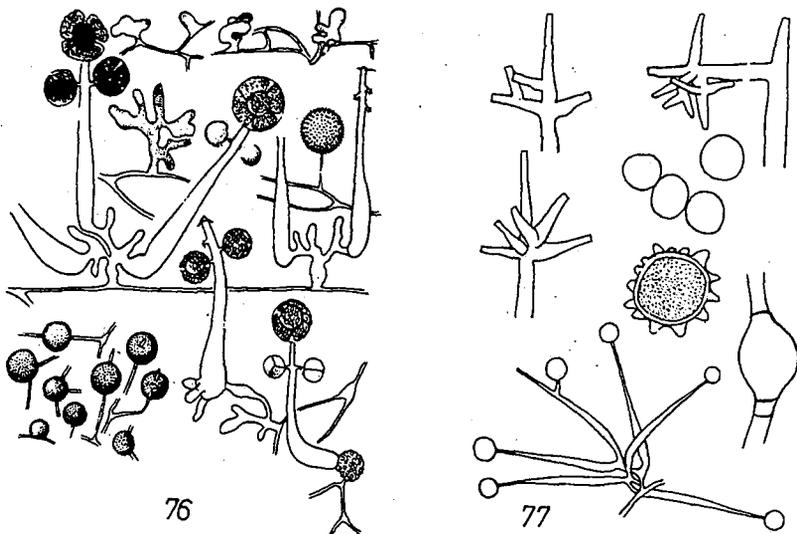


Abb. 76. *Mortierella reticulata*; Sporangienträger, Gemmen, Stylosporen (n. van Tieghem & Le Monnier 1873 aus Linnemann 1941). Abb. 77. *Mortierella vantieghemi*; Sporangienträger, Sporen, Gemme, Stylospore (n. Bachmann 1900).

24. *Mortierella reticulata* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. nat., 5. sér. 17, 350 (Abb. 90 - 98) Abb. 76

Myzel zart, kriechend. Sporangienträger in Gruppen entstehend, etwa 150 μ hoch, ohne Septierung, an der Basis aufgebläht, nach oben verzüngt, jedoch nicht so fein ausgezogen wie bei *M. polycephala*; am Ende nur schwach vorgewölbt, manchmal mit einem stark lichtbrechendem Knopf versehen. Sporangien 2- bis 8-sporig, häufig 4-sporig; Membran zerfließend, einen kleinen, nach unten geschlagenen Kragen hinterlassend. Im oberen Teil des Trägers einige meist sehr kurze Äste, die waagrecht abstehen oder etwas nach unten geneigt sind. Sie schließen meist mit etwas kleineren Sporangien ab. Sporen mit einer zierlichen netzartigen Struktur, unregelmäßig geformt, 16 - 24 μ . Stielgemmen in der Nähe der Sporangien-

träger oder - häufiger - an kräftig entwickelten kriechenden, verzweigten oder unverzweigten Lufthyphen, stark bestachelt, kugelig, bis 40 μ . G e m m e n manchmal vorhanden, glatt, kugelig, 25 μ oder auch kleiner und unregelmäßig. Z y g o t e n nicht bekannt. Geruch typisch.

Der obigen Diagnose nach van Tieghem & Le Monnier konnte Linnemann (1941) nach eigenen Beobachtungen (Stamm vom CBS) hinzufügen, daß die Seitenäste auf Malzagar sehr zahlreich auftreten und gelegentlich auch wieder verzweigt sind. Die Träger erreichen eine Höhe von 250 μ . Matruchot (vgl. Zitat bei Dauphin 1908) glaubte eine durch die gleichen Abweichungen begründete neue Varietät aufstellen zu können. Jedoch scheint mir ihre Berechtigung zweifelhaft, da es nicht klar ist, wie weit diese Art durch verschiedenes Substrat einflußbar ist. Dauphin (1908) stellte für *M. polycephala* fest, daß sowohl die Verzweigung als auch die Trägerlänge mit verschiedenen Nährböden veränderlich waren.

Frankreich, auf Hundekot, auf Bierwürze (van Tieghem & Le Monnier 1873); auf *Auricularia sambucina* (Léger 1895).

25. *Mortierella vantieghemi* Bachmann 1900

Jahrb. wiss. Bot., 34, 279 - 328 (Taf. IX, X) Abb. 77

S u b s t r a t m y c e l unausgeprägt oder etwas gezont. L u f t m y c e l verhältnismäßig gut entwickelt, kriechend und die Glaswände der Kulturschalen überspinnend. S p o r a n g i e n t r ä g e r am Luftmycel, unter günstigen Bedingungen nach 2 - 3 Tagen entstehend (Bachmann), 200 - 450 μ lang und von 10 - 17 μ auf 3,5 - 5 μ verschmälert. Im oberen Teil des Hauptträgers meist 4 - 7 (extrem 15) Seitenäste, die gleichmäßig nach allen Seiten oder nur halbseitig entstehen. Seitenäste 17 - 68 μ lang, alle mit Sporangium abschließend. An vielen Seitenästen Zweige 2. oder 3. (seltener 4.) Ordnung, und zwar in sympodialer Verzweigung. S p o r a n g i e n mit 2 - 50 Sporen, 32 - 70 (meist 35 - 50) μ . Membran zerfließend, einen kleinen Kragen hinterlassend. Columella fehlend oder als schwache Vorwölbung vorhanden. S p o r e n kugelig, oval oder eiförmig, 5 - 12 (meist 6 - 10) μ . S t i e l g e m m e n gedrückt kugelig, 20 - 24 μ , Oberfläche stark warzig; Warzen konisch und bis 1,5 μ lang. Stiele nicht dicker als 3 μ , sehr hinfällig. G e m m e n im Mycel vorhanden, selten, länglich. Z y g o t e n unbekannt. G e r u c h (nach Bachmann) urinartig.

Schweiz, auf Pferdemit (Bachmann 1900); Deutschland, in Gewächshauserde (Linnemann 1941); Frankreich, Auvergne, häufig im Boden, auch in Gewächshäusern (Ling-Young 1930).

26. *Mortierella raphani* Dauphin 1908

Ann. Sc. nat. Bot. 9. sér., 30 - 31 (Abb. 30)

M. vantieghemi var. *raphani* (Dauphin) Linnemann 1941

S p o r a n g i e n t r ä g e r bald vereinzelt, bald in Gruppen entstehend, im letzteren Fall zu 5 oder 6 an derselben Stelle einer Lufthyphye. Sie sind an

der Basis ein kleines Stück sehr schmal ($1\ \mu$), schwellen dann an und verschmälern sich auf $10 - 12\ \mu$ unterhalb des Sporangiums. Länge der Träger $350 - 400\ \mu$. Sporangien $35 - 40\ \mu$; Sporen kugelig oder leicht oval, $8 - 12\ \mu$, etwa zu 20 in einem Sporangium. Verzweigung nicht immer, jedoch meist, vorhanden. Äste in einem kleinen Abstand von der Spitze entstehend, selten einzeln, meist zu zweien bis mehreren in wirteliger Anordnung. Jeder Ast hat eine kleine basale Anschwellung. Manchmal Äste 2. Ordnung. Stielgemmen wenig bestachelt, $10 - 20\ \mu$. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Zwar ist diese Art *M. vantiighemi* sehr ähnlich, aber die abweichende Ausgestaltung der Stielgemmen rechtfertigt wohl die Aufstellung als selbständige Art (vgl. auch Bemerkung zu *M. angusta*).

Fundort nicht angegeben.

Mortierella raphani var. *cannabis* (Dauphin) Linnemann nov. comb.

M. vantiighemi var. *cannabis* Dauphin 1908, Ann. Sc. nat. Bot., 9. sér., 31 (Abb. 28)

Sporangienträger $200 - 250\ \mu$; Verzweigung wie bei der Hauptform, jedoch jeder Ast an der Basis leicht eingeschnürt, nur etwa $20 - 25\ \mu$ lang. Sporen $7 - 8\ \mu$, kugelig oder leicht oval. Stielgemmen stark bestachelt, $15 - 20\ \mu$, häufig traubenförmig angeordnet. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Die Berechtigung dieser Varietät erscheint mir zweifelhaft.

Auf Hanfsamen, Matruchot 1898.

27. *Mortierella candelabrum* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. nat. 5. sér. 17, 350 - 51 (Tf. 24, Abb. 99 - 102) Abb. 78

Mycel mortierellenartig, kriechend. Sporangienträger häufig, ohne Rhizoiden aus dem Luftmycel entstehend, von der Basis bis zur Spitze stark verjüngt, bis 1 mm hoch. Nach Naumov (1939) beträgt die Dicke $50\ \mu$. (Diese Angabe erscheint mir, verglichen mit dem von Naumov angegebenen Sporangien Durchmesser von $66\ \mu$, unwahrscheinlich). Sporangien viel-sporig. Membran zerfließend, einen deutlichen, ausgebreiteten Kragen hinterlassend, ohne Columella. Verzweigung ausgesprochen kandelaberartig. Die aus dem Hauptträger erst waagrecht, dann aufrecht herauswachsenden Äste schließen mit Sporangien ab, die etwa in der gleichen Höhe stehen oder einander nur wenig überragen. Zwar sind van Tieghem und Léger übereinstimmend in ihrem Habitusbild, jedoch ist die Bildungsweise des Verzweigungssystems nach van Tieghem sukzessiv, nach Léger häufig simultan. Die Äste entstehen im unteren Teil des Hauptträgers, die zuerst entstandenen Äste verzweigen sich sympodial. Sporen kugelig, oft mit Öltröpfen, mit

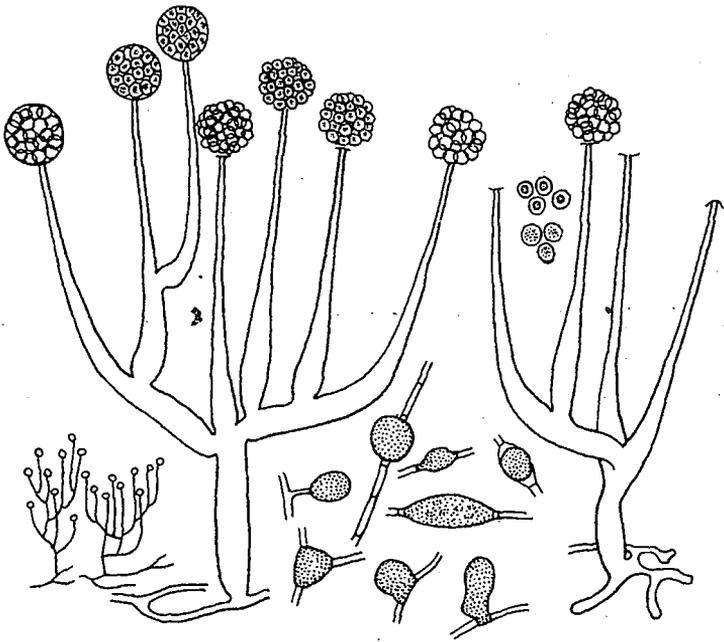


Abb. 78. *Mortierella candelabrum* (n. van Tieghem & Le Monnier 1873)

glatter, dünner Membran, etwa $6\ \mu$, extrem $4 - 10\ \mu$. G e m m e n von sehr verschiedener Gestalt und Größe, kugelig oder länglich mit abgestumpften Ecken, bis etwa $40\ \mu$ lang. S t i e l g e m m e n kugelig, feinstacheln, kurzgestielt, $25 - 30\ \mu$. (Nach Léger 1895). Van Tieghem hatte diese Stielgemmen auch schon beobachtet, ohne sich jedoch ihrer Zugehörigkeit zu *M. candelabrum* sicher zu sein. Z y g o t e n nicht beobachtet.

Diese Art ist anscheinend oft verwechselt worden, besonders wohl mit *M. hygrophila*. Eine mit der Original-Diagnose überzeugend identische *M. candelabrum* habe ich nie gefunden, so daß ihre Häufigkeit nicht anzunehmen ist. Léger hat sicher die gleiche Form vorgelegen wie van Tieghem & Le Monnier sie zuerst beschrieben. Es muß sich also um eine durchaus typische Art handeln, die u. a. durch das Auftreten von Stielgemmen zur Polycephala-Gruppe gehört.

Bei der var. *minor* Grove 1885 (J. Bot. 23, 131, Taf. 256, Abb. 1) scheint es sich auch um *M. hygrophila* zu handeln. Eine Entscheidung hierüber ist nicht zu fällen, da die Angaben Groves zu ungenau sind: Sporangienträger $200 - 300\ \mu$, von der Basis an mit langen, kandelaberartigen Ästen. Sporen völlig rund, glatt, $10 - 12\ \mu$. Die var. *depauperata*, die von Marchal (1891) von Hasenlosung isoliert wurde, erschien ihm selbst zweifelhaft und eher *M. bainieri* zu entsprechen.

Frankreich, auf Exkrementen, auf Bierhefe (van Tieghem & Le Monnier 1873); auf *Auricularia sambucina* (Léger 1895).

Unter gewissen Umständen konnte *M. candelabrum* Stoffe produzieren, die den Tabakmosaik-Virus hemmten (Boby 1959).

28. *Mortierella biramosa* van Tieghem 1875

Ann. Sc. nat. 6. sér. 110 - 112 (Tf. 2, Abb. 77 - 81) Abb. 79

Substratmycel kriechend. Sporangienträger an der Basis mit kurzen Rhizoiden, 0,8 - 1 mm hoch, unten stark aufgebläht und zur Spitze hin sehr verschmälert. Die ersten Äste sind kurz, sie entstehen in 2 - 6-gliedrigen Quirlen dicht unter der Spitze in akrofugaler Folge und schließen mit etwas kleineren Sporangien ab, deren Durchmesser sich mit dem Alter der Quirle vermindert. Außerdem entstehen etwa in der Mitte der Hauptträger kräftige Äste, die wie bei *M. candelabrum* erst waagrecht herauswachsen und sich dann steil aufrichten, um mit einem größeren Sporangium in Höhe des ersten Köpfchens abzuschließen. Diese großen ersten Seitenäste verzweigen sich in genau der gleichen Weise wie der erste Träger, mit kleinen quirlständigen Ästen und einem weiter unten ansetzenden großen Ast. Das Verzweigungssystem ist also zusammengesetzt aus sich cymös verzweigenden großen Ästen, wie bei *M. candelabrum*, und monopodialen kurzen Ästen, wie bei *M. polycephala*. Membran der Sporangien zerfließend. Die ziemlich unregelmäßig kugeligen, 6 - 9 μ großen (meist 7,5 μ) Sporen werden durch eine Zwischensubstanz länger zusammengehalten. Stielgemen nur 9 - 10 μ , mit ziemlich breiten Warzen besetzt. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Diese Art bildet einen sehr schönen Übergang von den monopodialen zu den sympodialen Formen der Polycephala-Gruppe. Nach van Tieghem ähnelt sie *M. candelabrum* in den Bedingungen des Wachstums mehr als *M. polycephala*.

Frankreich, auf Ratten-Exkrementen (van Tieghem 1875).

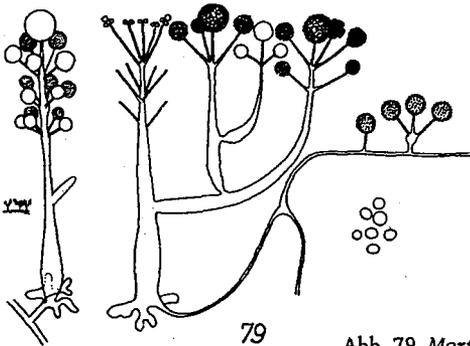


Abb. 79. *Mortierella biramosa* (n. van Tieghem 1875)

D. Sectio Ambigua

B. S. Mehrotra (1967) faßte unter dieser Bezeichnung die Arten zusammen, welche eine Schwellung unterhalb des Sporangiums zeigen.

1. Träger mit subsporangialer Anschwellung dicht unterhalb des Sporangiums; Columella als kleine flache Vorwölbung vorhanden (2)
 Träger mit subsporangialer Blase weiter unterhalb des Sporangiums (3)
2. Aus der Anschwellung entstehende kurze seitliche Äste, Sporen länglich
 29. *M. ambigua* (S. 184)
 Keine aus der Anschwellung entstehenden Äste; normale Äste vorhanden oder nicht;
 Sporen breit ellipsoidisch, $7,5 - 13,5 \times 10,5 - 19,5 \mu$ 30. *M. agraisensis* (S. 185)
3. Kurze seitliche Äste aus der Anschwellung, Sporen kugelig ... 31. *M. capitata* (S. 185)

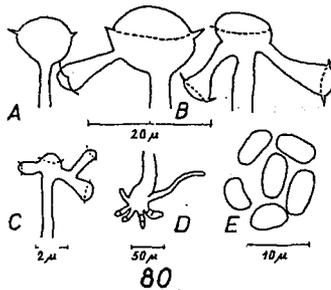


Abb. 80. *Mortierella ambigua*; A Trägerende mit Vesikel; B Trägerende mit fertilen Ästen; C Trägerende mit sekundär verzweigtem Seitenast; D Trägerbasis mit Rhizoiden; E Sporen (n. B. S. Mehrotra, Bajjal & B. R. Mehrotra 1963)

29. *Mortierella ambigua* B. S. Mehrotra 1963

Mycologia 55, 291 (Abb. 1 - 13) Abb. 80

Substratumycel nicht gelappt. Luftmycel auf Kartoffel-Dextrose-Agar wattig, auf Heu-Extrakt-Agar dünn. Auf ersterem Nährsubstrat steril, auf Heu-Extrakt- und Hafermehl-Agar fruchtend. Sporangienträger $20 - 500 \mu$ hoch, mit farblosen oder leicht bräunlichen Rhizoiden an der Basis, Breite $7 - 27 \mu$ an der Basis, zur Spitze hin auf $2 - 5 \mu$ abnehmend, dann wieder zur subsporangialen Blase von $4,4 - 17 \mu$ verbreitert; oft unverzweigt, gelegentlich kurze Seitenäste bildend, die kleinere Sporangien tragen, aber gewöhnlich 1 - 3 aus der subsporangialen Blase entstehende Äste von $4 - 18 \mu$ Länge, selten wieder verzweigt, zur Spitze hin breiter als an der Basis. Häufig bildet der Hauptträger ein Vesikel ohne Sporangium. Die aus dem Vesikel entstehenden Äste von unterschiedlicher Länge, mit oder ohne Sporangium

endigend. Sporangien kugelig, farblos bis bräunlich an der Spitze des Trägers 15 - 115 μ , an den Ästen 10 - 30 μ . Wand zerfließend, einen Kragen hinterlassend. Columella uhrglasartig vorgewölbt. Sporen zahlreich im Sporangium (30 bis viele), hyalin, glatt, länglich, manchmal nierenförmig 3 - 6 x 4 - 9 μ , meist 4,4 x 6,6 μ . Chlamydosporen häufig, kugelig mit großer Ölkugel, 11 - 22 μ . Zygoten und Stylosporen nicht beobachtet.

Indien, Gartenerde in Allahabad, pH 7 (Mehrotra, Baijal & Mehrotra 1963).

30. *Mortierella agragensis* Mehrotra & Baijal

B. S. Mehrotra 1967 (Tf. 45, Abb. 19 - 25; Taf. 51, Abb. 5).

Rasen auf Hafermehl- und Heu-Extrakt-Agar weiß. Sporangienträger einzeln oder in Gruppen, 367 - 1110 μ lang, manchmal bis 1455 μ , meist ohne Rhizoiden, einfach oder in Abständen geschwollen, von 14 - 28 μ an der Basis, auf 7 - 14 μ zur Spitze hin abnehmend, dann zur subsporangialen Blase bis 14 - 21 μ wieder anschwellend. Sporangien kugelig, 60 - 120 (157) μ ; Membran glatt, zerfließend, einen Kragen hinterlassend. Columella uhrglasförmig vorgewölbt. Sporen kugelig, ellipsoidisch (oder etwas eckig), 9 - 15 x 10,5 - 19,5 μ . In älteren Lufthyphen Ketten von kugeligen Gemmen.

Indien, Boden, pH 6,2 (Mehrotra 1967).

31. *Mortierella capitata* Marchal 1891

C. R. Soc. Bot. Belg. 29, 134 - 135. Abb. 81

M. vesiculosa B. S. Mehrotra, U. Baijal & B. R. Mehrotra 1963 (Abb. bei Mehrotra & Mitarb. 1963, Embree 1963, Indoh & Kudo 1967).

Mycel kriechend, unregelmäßig verzweigt, gebogen, immer weiß, Sporangienträger an der Basis mit kräftigen Anhängseln, manchmal unten gekrümmt, 350 - 500 μ lang, im mittleren Teil 18 - 23 μ dick, einfach (sehr selten 1 - 2 kurze, nicht an der Basis aufgeblähte Seitenäste), zylindrisch, unten merklich verdickt, an der Spitze mit einem eiförmig aufgeblähten 15 - 18 μ großen Teil, aus dem einfache (seltener unregelmäßig gegabelte) zylindrische, zarte, gerade oder unten gekrümmte Äste von 8 - 14 x 2,5 - 4 μ entstehen. Sporangien zahlreich, kugelig, wenigsporig, hyalin, zu einem großen Köpfchen (57 - 92 μ) zusammengedrängt. Sporen stets kugelig, kaum durch eine gelatinöse Masse zusammengehalten, 8,5 bis 10 μ , mit großem Kern.

Embree (1963) gibt die weitgehende Übereinstimmung von *M. capitata* mit *M. vesiculosa* Mehrotra & Mitarb. (1963) zu. Da Marchal entgangen war, daß den zahlreichen, ein großes Köpfchen bildenden Einzelsporangien die Bildung eines großen primären Sporangiums mit an der Basis persistierendem Membranrest vorausgeht, und auch eine Abbildung

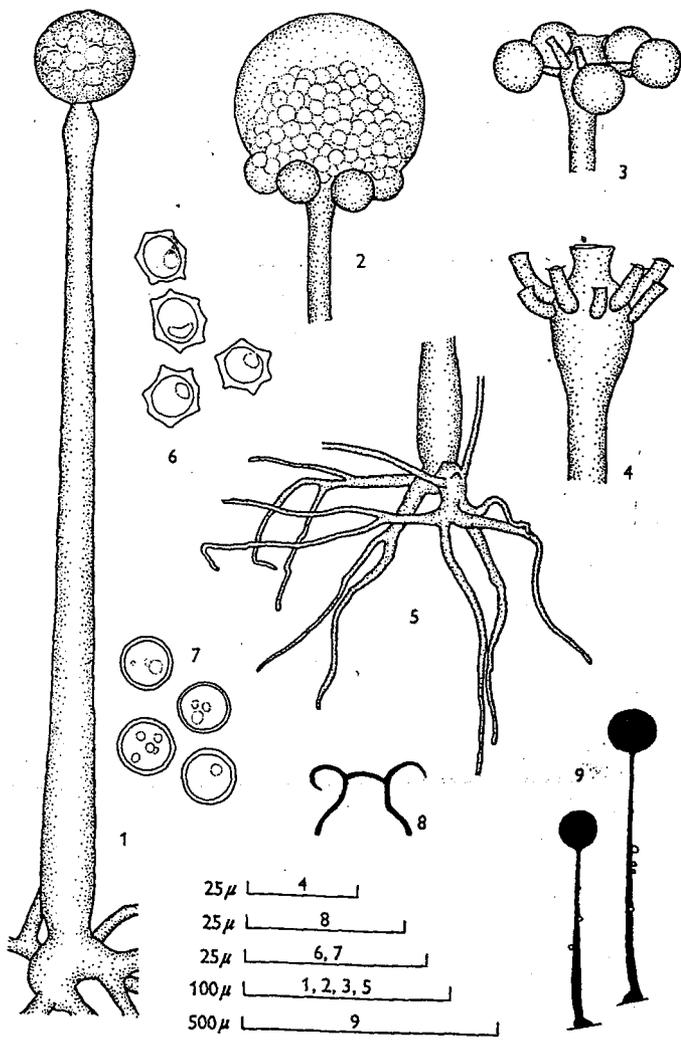


Abb. 81. *Mortierella capitata*; 1–4 Primärsporangium und Entwicklung von Sekundärsporangien; 5 Trägerbasis; 6–7 Sporen ausgetrocknet und feucht; 8 subsporangiale Schwellung mit Rest des Primärsporangiums; 9 Sporangienträger mit zusammengelaufenen Sporentropfen (n. Embree 1963)

fehlt, betrachtet Embree *M. vesiculososa* zwar als nahe verwandte, aber doch abzutrennende Art. M. E. ist die Ähnlichkeit dieser beiden Arten groß genug, um Marchal die Priorität zuzubilligen.

Belgien, auf Stroma von *Xylaria tulasnei*, auf Hasenlosung (Marchal 1891); England, Mäusekot (Embree 1963); Indien, Waldboden, pH 6,8 (Mehrotra & Mitarb. 1963); Japan, Erdprobe (Indoh & Kudo 1967).

E. Sectio Alpina

Aus Gründen der Übersicht wurden die unverzweigten kleineren Arten nicht in der nächsten Sektion untergebracht, was in mancher Beziehung besser wäre; denn es gibt Kümmerformen, bei denen sich die Verzweigung erst allmählich einstellt und die deshalb eine unsichere Stellung einnehmen. Linnemann (1941) betrachtet *M. renispora* Dixon-Stewart (1932) und *M. thaxterii* Björling (1936) als Synonym bzw. als Varietät von *M. alpina*. Zwar haben diese 3 Arten sehr große Ähnlichkeit, doch haben mich einige nicht unwesentliche Merkmale veranlaßt, *M. renispora* und *M. thaxterii* wieder als selbständige Arten zu führen.

Wenn auch dieser Sektion ziemlich unterschiedliche Arten zugeordnet sind, so gibt es jetzt darin mehrere, die zu dem engsten Formenkreis von *M. alpina* gehören. Die von Wolf (1954) in diese Sektion eingeordnete, von ihr als neue Art beschriebene *M. arcuata* erscheint mir sehr zweifelhaft. Die angegebene Größe der Sporen von 0,5 μ ist sehr fraglich, desgleichen die der Sporangien von 5 - 10 μ .

1. Sporangienträger immer unverzweigt (2)
 Sporangienträger unverzweigt oder mit 1 - 2 Seitenästen (13)
2. Sporangien 1-sporig (3)
 Sporangien mehrsporig (6)
3. Träger winzig, unter 20 μ lang, sehr schmal 32. *M. clausenii* (S. 188)
 Träger über 20 μ lang (4)
4. Gemmen vorhanden 33. *M. monospora* (S. 189)
 Gemmen fehlend (5)
5. Sporangien etwas flach gedrückt, Träger 20 - 120 μ 34. *M. schmuckeri* (S. 191)
 Sporangien meist kugelig, Träger 25 - 35 μ 35. *M. tirolensis* (S. 192)
6. Sporen länglich (7)
 Sporen mehr oder weniger kugelig (9)
7. Keine Gemmen (Träger bis 100 μ) 36. *M. alpina* (S. 193)
 Gemmen vorhanden oder mehr oder weniger starke Mycel-Anschwellungen (8)
8. Träger bis 200 μ , Sporangien 25 μ , Gemmen stets vorhanden. 37. *M. renispora* (S. 194)
 Träger bis 90 μ , Sporangien 12 - 20 μ , Gemmen vereinzelt interkalar, außerdem unbestachelte Stielgemmen 38. *M. thaxteri* (S. 195)
 Träger bis 200 μ , Sporangien 12 μ , gemmenartige Anschwellungen mit kurzen auswachsenden Hyphen 39. *M. alliacea* (S. 197)

9. Sporen ca. 2 μ (10)
 Sporen größer (11)
10. Sporen 2 - 3 μ , Gemmen fehlend 40. *M. pusilla* (S. 197)
 Sporen 1 - 2 μ , sehr starke Gemmenbildung 41. *M. nodosa* (S. 197)
11. Sporangienträger zylindrisch, Sporen kugelig 2,3 - 4,6 μ oder oval bis 6 μ
 42. *M. subtilissima* (S. 198)
 Sporangienträger deutlich zur Spitze hin verjüngt (12)
12. Gemmen annähernd kugelig, 6 - 15 μ 43. *M. antarctica* (S. 198)
 Gemmen langgestreckt, sehr groß, bis ca. 60 μ 44. *M. longigemmata* (S. 199)
13. Sporangien 1-sporig 45. *M. insignis* (S. 200)
 (Sporangien mit vielen kleinen Sporen vgl. 56. *M. pulchella*)

32. *Mortierella clausenii* Linnemann 1958

Arch. Mikrobiol. 30, 265 - 266 (Abb. 2), Abb. 82

S u b s t r a t m y c e l schön rosettig, mit kleinen schmalen und etwas breiteren, bis etwa 1 cm langen Lappen. Hyphen in der Regel querwandlos und im Habitus durchaus mortierellenartig durch die ausgeprägte dichotome Verzweigung. Hyphenbreite 4 - 5 μ . **L u f t m y c e l** wenig ausgebildet, normalerweise breitet es sich spinnwebig bis etwas flockig aus (in feuchteren Kulturen bei etwa 15°C höher, dichter und tuffartig). **G e r u c h** nicht typisch, wenngleich nicht ungewöhnlich für die Gattung. **H y p h e n** außergewöhnlich ölreich.

S p o r a n g i e n t r ä g e r zweigen als \pm dicht-wirtelig gestellte, sehr kurze Ästchen senkrecht von langen Lufthyphen ab; Länge 7 - 17 μ , Breite bis etwa 1 μ , im ganzen eher an Sterigmen erinnernd. **S p o r a n g i e n** nur mit einer etwa 5 - 6 μ großen, kugeligen bis etwas gedrückte kugeligen Spore, öfters mit großer Ölkugel. Durch austretendes Öl wird der Umriss der Spore manchmal unregelmäßig. Eine Verzweigung konnte bei den Trägern nie beobachtet werden. **G e m m e n** nicht vorhanden, jedoch sind Hyphenanschwellungen in Gestalt rhizoidenartiger Mycelverzweigungen häufig. **Z y g o t e n** und **Anastomososen** unbekannt.

Die Form ist so auffallend, daß sie nicht den Eindruck einer *Mortierella* erweckt, wenngleich einer Mortierellacee. Jedoch ist sie nicht *Haplosporangium*, an welche Gattung sie durchaus erinnert. Die Ursprungshyphen der sehr feinen Träger sind hier nicht septiert, wie es Thaxter abbildet, die Träger nicht verjüngt und viel feiner. Die Aufstellung einer neuen Gattung erscheint mir nicht berechtigt, zumal über die geschlechtlichen Verhältnisse der Mortierellaceen so wenig bekannt ist. *M. schmuckeri* ist in vieler Weise ähnlich. Schweiz, Tessin, Erde aus einem Castanetum, pH 4,7 (Linnemann 1958).

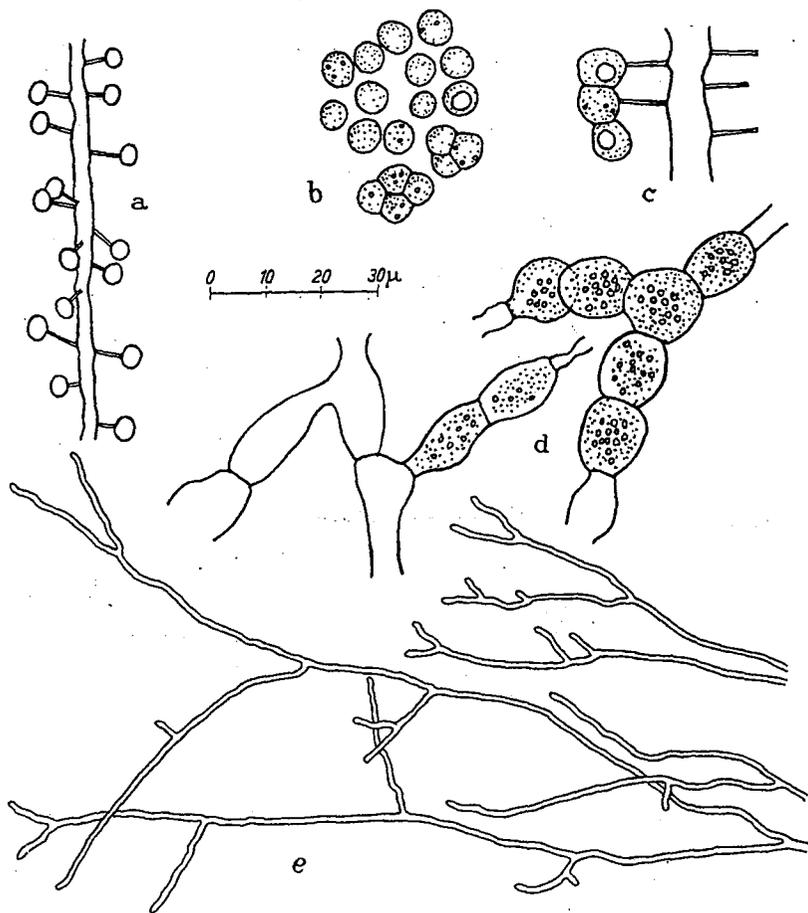


Abb. 82. *Mortierella clausenii*: a, c Sporangienträger, b Sporen, d Hyphenanschwellungen, e Substratmycel (n. Linnemann 1958)

33. *Mortierella monospora* Linnemann 1936

Flora 130, 210 - 211 (Abb. 18) Abb. 83

Substratmycel in konzentrischen, ca. 1 cm breiten Zonen, stellenweise in Lappen aufgeteilt, oder kleinlappiges Mycel mit gelegentlicher Zonenbildung. Luftmycel weiß, dicht, wattig, bis 1,5 cm hoch. Sporangienträger unverzweigt, manchmal recht spärlich und in dem dicht-

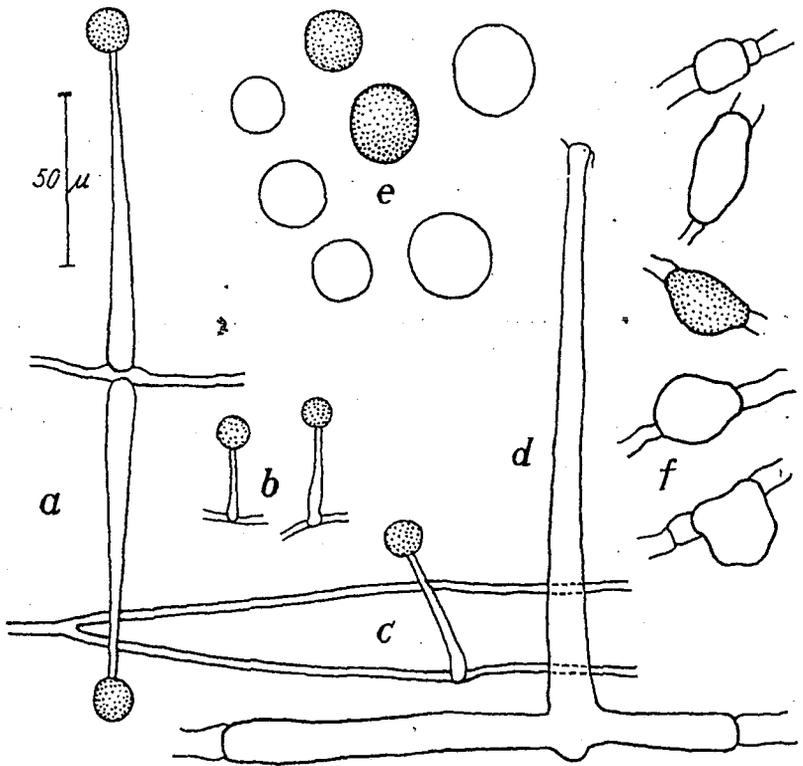


Abb. 83. *Mortierella monospora*; a–d Sporangienträger verschiedener Größe, e Sporen, f Mycelgemmen (n. Linnemann 1936)

ten Hyphengewirr schwer auffindbar, mit oder ohne Rhizoiden, senkrecht aus Luftthyphen, öfters in gegenständiger Anordnung und häufig leicht gebogen. Länge 30 - 95 μ , die Breite nimmt von 2 - 6 μ auf 0,2 - 2 μ ab. Sporangien mit nur einer kugeligen, farblosen Spore von 9 - 18 μ . Membran zerfließend, an dem vorgewölbten Trägerende einen kleinen, meist gut sichtbaren, etwas nach unten gebogenen Kragen hinterlassend. Gemmen zahlreich im Luftmycel, unregelmäßig geformt, häufig annähernd kugelig, etwa so groß wie die Sporen. Zygoten unbekannt. Geruch schwach knoblauchartig.

Deutschland, in Muschelkalkböden, in Kompost, im Gewächshaus, pH 6,5 (Linnemann 1936).

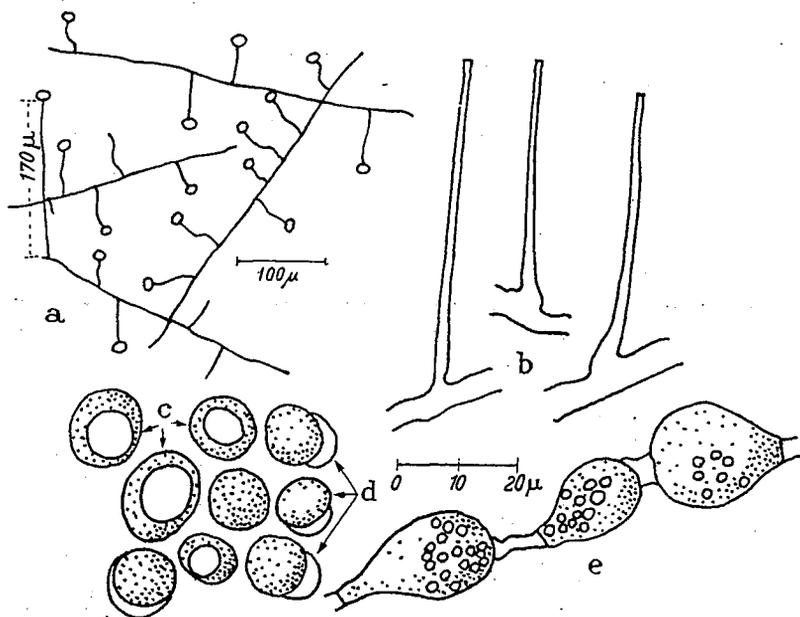


Abb. 84. *Mortierella schmuckeri*; Sporangienträger, Sporen, Hyphenanschwellungen (n. Linnemann 1958)

34. *Mortierella schmuckeri* Linnemann 1958

Arch. Mikrobiol. 30, 263 - 265 (Abb. 1) Abb. 84

Substratmycel in kleinen bis mittelgroßen Lappen oder auch in etwa 1 cm breiten Zonen, Hyphen außerordentlich öereich. Luftmycel weiß, locker, wattig, in der Mitte etwas dichter. Sporangienträger manchmal erst in älteren Kulturen, sehr zart, einzeln, seltener zu zweien \pm senkrecht von Lufthyphen abzweigend, 20 - 120 (bis 170), meist 40 μ lang. Breite verschmälert sich von 4 - 5 μ an der Basis auf 1 - 2 μ unter dem Sporangium. Sporangien etwas flachgedrückt, meist 1-sporig. Sporen meist etwas oval, 8 - 10 x 10 - 15 μ ; anfangs befindet sich eine ansehnliche Ölkugel in ihrer Mitte, später tritt das Öl häufig aus. Gemmen nicht beobachtet. Gemmenartige, Öl enthaltende Mycelanschwellungen treten gelegentlich in älteren Kulturen auf. Zygoten nicht beobachtet, wenn auch gelegentlich reichlich Anastomosen. Geruch nicht typisch, wenngleich manchmal etwas lauchartig.

Mexiko, Queretaro, Erde in Opuntienbestand, pH 6,7 (Linnemann 1958).

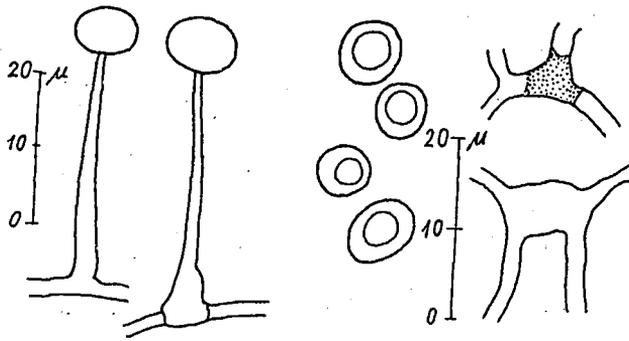


Abb. 85. *Mortierella tirolensis*; Sporangienträger, Sporen, Anastomosen (Orig.)

35. *Mortierella tirolensis* Linnemann n. sp.

Abb. 85

Substratmycel auf Malzagar sehr schön rosettig, kleinklappig; auf Bierwürze unausgeprägt. Luftmycel auf Malzagar spärlich, auf Bierwürze besser entwickelt. Sporangienträger stellen sich erst in älteren Kulturen ein. Sie sind 25 - 35 μ groß, unverzweigt, an der Basis bis auf etwa 6 μ geschwollen, zur Spitze hin stark verschmälert. Sporangien 1-sporig, 5 - 9 μ . Sporen mehr oder weniger kugelig, immer mit großer Ölkugel. Gemmen nicht beobachtet. Anastomosen auf Malzagar sehr reichlich; Hyphenknäuel nicht vorhanden. Geruch fehlend.

Italien, Südtirol, Franzensfeste, Südhang, unter *Pinus sylvestris*, pH 6,0, (isoliert 1954).

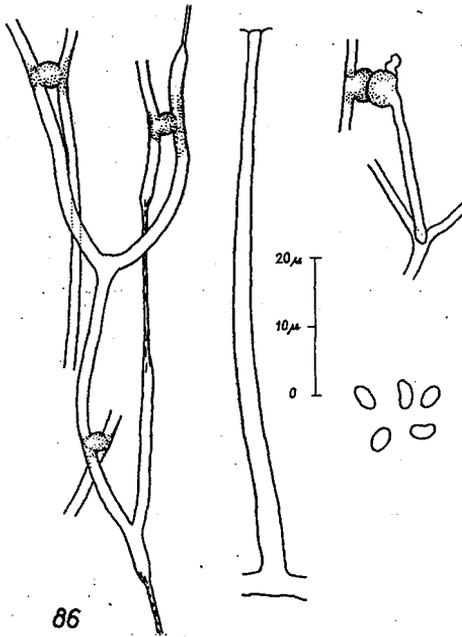
Mycelio substratum induente in parvos lobulos diviso. Mycelio aereo albo, vix substratum tegente. Hyphis sporangiferis non frequentibus, 25 - 35 μ altis, basi ca. 3 - 6 μ et apice ca. 2 μ crassis, ex hyphis aeriis provenientiibus; rhizoidiis carentibus; non ramosis. Sporangii monosporis; sporis globosis vel subglobosis, gutta olei magna munitis. Chlamydosporis et zygotis ignotis. Anastomosis frequentibus. Odore non typico.

Diese Art und 44. *M. longigemmata* konnten wegen des parasitischen Befalls durch *Anpelmomyces* (Linnemann 1968) nicht in Reinkultur gehalten werden. 43. *M. antarctica* befindet sich im CBS in Baarn.

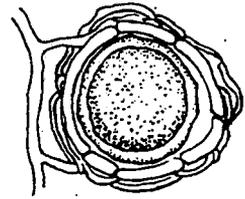
36. *Mortierella alpina* Peyronel 1913

Diss. Padova (Abb.) Abb. 86

Substratmycel mehr oder weniger kleinklappig mit Übergängen zu Zonen. Luftmycel spinnwebig zart, locker, reichlich. Sporangienträger einzeln an Lufthyphen, von diesen senkrecht abzweigend, öfters mit kurzen Rhizoiden an der Basis. Länge 50 - 100 μ , Breite von 4 - 5 μ an



86



87

Abb. 86. *Mortierella alpina*; Sporangienträger, Sporen, Anastomosen (n. Linnemann 1941)

Abb. 87. *Mortierella renispora*; Zygoten (n. Dixon-Stewart 1932)

der Basis auf $1,2 - 2 \mu$ zum Sporangium hin abnehmend. Träger typisch pfriemlich, jedoch unmittelbar unterhalb des Sporangiums wieder ein wenig (fast apophysenartig) verbreitet, nicht verzweigt. Sporangien etwa $8 - 10 \mu$, kugelig. Membran glatt, zerfließend unter Zurücklassung eines deutlichen, schlüsselförmig gewellten Kragens. Manchmal an Stelle der Columella eine etwas kegelförmige Vorwölbung. Sporen hyalin, länglich, einzelne fast zylindrisch, etwa $2 \times 3 - 4 \mu$, sehr zart, ohne oder mit Öl. Bei einigen Stämmen waren die Sporen überwiegend gedrungen oval. Gemme nicht beobachtet. Geruch nicht typisch.

Diese Art bildet auffallend viel Anastomosen. Auch sind fast immer sehr viel Zygote n-ähnliche Hyphenknäuel vorhanden, die schon in jungen Kulturen auffallen, einige 100μ groß werden können und im Lauf der Zeit gelblich werden. Zwar sind Stadien zu beobachten, die Gametangien sehr ähnlich sind (Abb. 86), aber sehr bald von Hyphen umwachsen werden, so daß eine weitere Entwicklung nicht mehr zu erkennen ist. Eine genaue Untersuchung der Natur der Hyphenknäuel steht noch aus. Dixon-Stewart (1932) wies für die sehr ähnliche *M. renispora* die Zygoten-Natur der Hyphenknäuel nach.

Björling (1936) fand in solchem Hyphenknäuel bei der gleichfalls sehr nahe stehenden *M. thaxteri* im Innern nur eine Verflechtung von Hyphen. Linnemann (1941) erwähnte einen Stamm, der von den übrigen abwich, sowohl durch das Vorkommen (pH 3,7), als auch durch sehr kleinlappiges Mycel, auffallenden Reichtum an Sporangienträgern und durch das Fehlen von Hyphenknäueln. An stark spiralig aufgerollten Hyphen waren allerdings gelegentlich angeschwollene, etwas bogig aufeinander zugekrümmte, durch eine Querwand abgetrennte Bildungen, die man als Gametangienarme deuten konnte. Sonst ist das Auftreten von Hyphenknäueln so typisch für diese Art, daß sie als wichtiges Bestimmungsmerkmal zu werten ist.

Italien, in Walderde (Peyronel 1913); Deutschland, sehr häufig in verschiedenen Böden, vorzugsweise im pH-Bereich von 6,0 - 7,6 (Linnemann 1941 und neue Funde); England, in alkalischen Sand-Dünen-Formationen (Brown 1958), im Boden einer Kalkstein-Klippe, in Salzmarsch, Gibraltar (Turner & Pugh 1961); Frankreich, St. Guilhem-le-Désert, Alpilles (pH 8,4!), Korsika (Linnemann, neue Funde); Schweden, Abisco, 200 km nördl. des Polarkreises, pH 5,2 - 5,5 (Linnemann 1958); Mexico, Quiroya, 1600 m (Linnemann 1958); USA, Colorado, Erde unter *Pseudotsuga* (Linnemann).

Nach Brown (1958) wird die Art im Wachstum durch steigenden pH-Wert stimuliert; sie wächst noch bei 0° (eigene Beobachtung) und erträgt einen Salzgehalt von 4 % (Turner & Pugh 1961); sie wirkte stimulierend bei der Aufzucht höherer Pflanzen (Stevenson 1964), konnte unter besonderen Umständen ein Tabak-Virus *in vitro* hemmen (Boby 1959), wurde aber auch selbst durch eine *Cylindrosporium*-Art gehemmt (Reymond 1955).

37. *Mortierella renispora* Dixon-Stewart 1932

Trans. Brit. Myc. Soc. 17, 208 - 220 (Abb. 7a - i) Abb. 87

M. alpina s. Mehrotra & Mehrotra 1964

Mycel immer weiß, spärlich, wattig. Sporangienträger einfach, derber als die Hyphen, ohne Rhizoiden, mit breitem basalen Fuß, der von der Ursprungshyphe gebildet wird, 200 μ hoch, von 10 μ an der Basis auf 3 μ zur Spitze hin abnehmend. Sporangien farblos, 25 μ im Durchmesser, Membran zerfließend, einen basalen Kragen hinterlassend. Sporen 2 x 4 μ , leicht nierenartig, hyalin. Gemme auf verschiedenen Nährböden beobachtet. Auf allen Medien wurden auch Zygoten gebildet, waren aber auf Czapeks Nährböden nicht zahlreich. Zygoten mit Hüllhyphen etwa 500 μ . Zygoten mit unregelmäßig rauher Oberfläche hellbraun, ohne Hüllhyphen etwa 30 μ . Auf Maismehlagar scheinen die Zygoten reifer zu werden, sie haben weniger Hüllhyphen, insgesamt 50 - 60 μ . Die die Zygoten bildenden Hyphen entstehen als 2 dünne Fäden aus demselben Mycelast.

Dixon-Stewart verglich ihre neue Art mit *M. alpina*. Sie sah einige Abweichungen im Vorhandensein der Zygoten, im basalen Fuß und in den größeren Maßen.

Frankreich, nach *Penicillium lilacinum* der häufigste Pilz in kultivierten Böden in 5 - 80 cm Tiefe (Guillemat & Montégut 1956). Australien, sandiger Lehm in Victoria (Dixon-Stewart 1932). Indien, in stark gedüngtem Boden unter *Madhuca latifolia* (Mehrotra, B. S. & B. R. Mehrotra 1964)

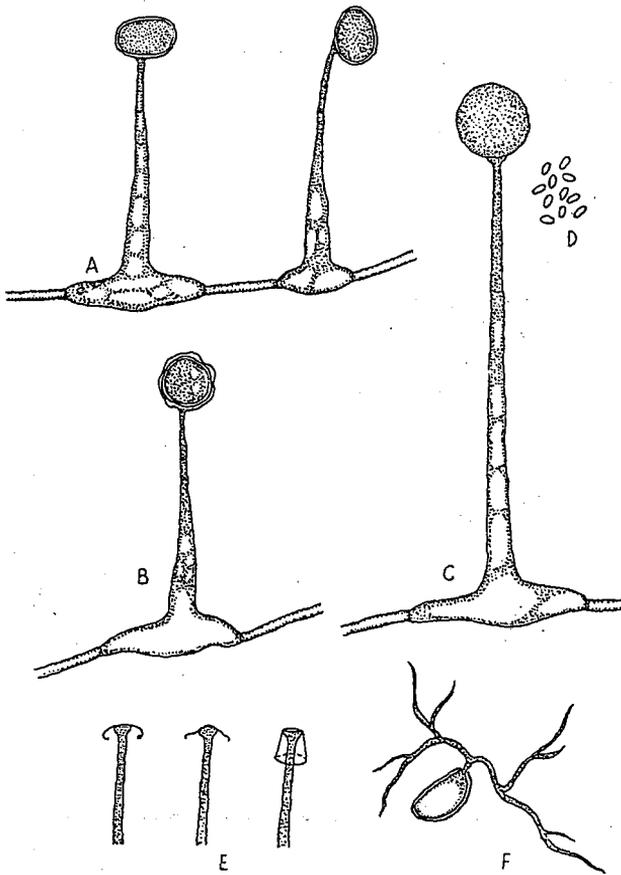


Abb. 88. *Mortierella thaxteri*; A, B Träger mit einsporigen Sporangiolen; C Träger mit vielsporigem Sporangium; D Sporen; E Kragenreste; F keimende Sporangienspore (n. Björling 1936)

38. *Mortierella thaxteri* Björling 1936

Bot. Notiser, 116 - 121 (Abb. 1 A - F) Abb. 88

Substratmycel dichtwellig, farblos, in jüngeren Kulturen geflammt. Luftmycel anfangs spinnwebig, später dicht. Sporangienträger aus geschwollenen, abgegrenzten Segmenten der Lufthyphen entstehend oder auch aus nicht abgegrenzten Segmenten des Substratmycels, 60 - 90 μ lang, von 5 - 7 μ auf 1,5 - 2 μ zur Spitze hin verschmälert, direkt unter dem

Sporangium leicht verbreitert. Sporangien, kugelig, 12 - 20 μ , viel-sporig, auf gewissen Substraten (Pepton- und Schnittbohnen-Agar) auch 1-sporig. Sporangienwand zerfließend, einen rückwärts gebogenen kleinen Kragen hinterlassend. Sporen ellipsoidisch, hyalin, 3,5 - 4 x 1,5 - 2 μ . Sporen der nur 1-sporigen Sporangien dickwandig, meist oval, oder auch kugelig bis fast dreieckig, etwa 8 - 14 x 6 - 8 μ . Gemmen vereinzelt im Substratmycel, interkalar, oval, etwa 10 - 14 μ lang. Zygoten nicht beobachtet. In älteren Kulturen 100 - 125 μ große kugelige Hyphenverflechtungen von gelbgrauer Farbe, die den Zygoten von *M. rostafinskii* und *M. nigrescens* sehr ähnlich sind, aber weder Zygoten noch Suspensoren enthalten.

Thaxter sah in dieser Art ein Bindeglied zwischen den Gattungen *Mortierella* und *Haplosporangium*.

Schweden, Lund, an Baumrinde (Björling 1936); Gibraltar, Salzmarsch (Turner & Pugh 1961).

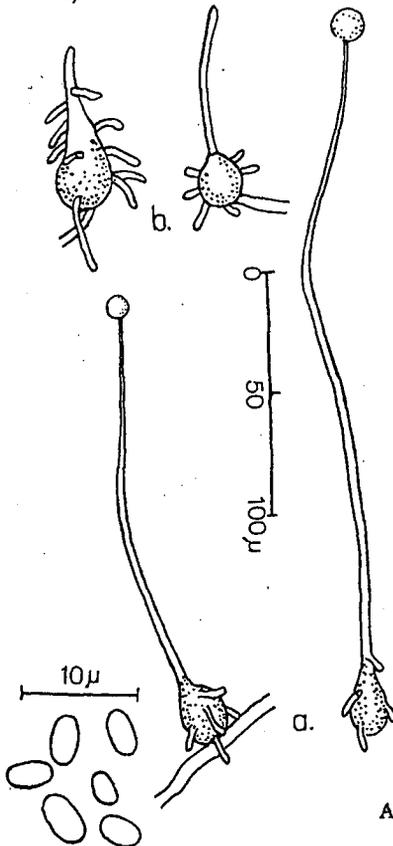


Abb. 89. *Mortierella alliacea* (n. Linnemann 1953)

39. *Mortierella alliacea* Linnemann 1953

Zrbl. Bakt., II, 107, 225 - 227 (Abb. 1 u. 2) Abb. 89

Substratmycel rosettig-strahlig. Luftmycel weiß, gleichmäßig dicht, einige mm hoch. Sporangienträger zahlreich, etwas bogig aufsteigend, unverzweigt, meist 100 - 200 μ lang, von 2 - 3 μ auf 1,5 μ verschmälert. Sporangien etwa 12 μ . Sporen länglich-zylindrisch, meist doppelt so lang als breit oder auch im Verhältnis schmaler, 2,5 - 3,7 x (4) 5 - 7,5 μ . Gemmeartige Bildungen in Gestalt von sehr auffallenden, kugelig-länglichen, 20 - 60 μ (im Extrem bis 120 μ) großen Mycelanschwellungen, aus denen zahlreiche, oft hakig umgebogene (meist in gleichsinniger Richtung) kurze Hyphen hervorwachsen. Zygoten-ähnliche Hyphenknäuel nicht beobachtet. Geruch nicht typisch.

Diese Art scheint ziemlich zu variieren. Es wurden 2 Stämme gefunden, bei denen Sporangienträger aus den Anschwellungen gewachsen waren. Diese waren höher als vorher angegeben (130 - 140 μ bzw. bis 300 μ) und die Sporen etwa 2,5 x 4,0 μ . Bei einem Stamm waren auch Zygoten-artige Hyphenknäuel zu beobachten, er gleicht dadurch in verschiedener Hinsicht *M. alpina*. Ein anderer Stamm zeigte feingezontes oder unausgeprägtes Substratmycel und nur wenige Sporangienträger.

Deutschland, in Erdproben verschiedener Gegenden, pH 3,5 - 4,2 (Linnemann 1953). 1966 wurde noch ein weiterer Stamm (E 508) isoliert: mit feingezontem oder auch unausgeprägtem Substratmycel, sehr ölreichen Hyphen und nur vereinzelt Sporangienträgern. *Allium*artige Verdickung 25 μ . Hyphenknäuel nicht beobachtet.

40. *Mortierella pusilla* Oudemans 1902

Arch. néerland. des Sc. nat. 2. sér. 7, 266 - 298 (Abb.) Abb. 90

Substratmycel immer weiß, wollig, sich in Form von Lappen sehr wenig überlagernd. Hyphen 2,5 - 10 μ . Sporangienträger 130 - 170 μ hoch, 4 - 6 μ breit zur Spitze hin leicht verschmälert. Sporangien kugelig, hyalin, 24 - 28 μ . Sporen kugelig, hyalin, 2 - 2,5 μ , ohne Öltropfen. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Holland, in Erde bei Bussum (Oudemans 1902). Gibraltar, *Salicornia*-Zone einer Salzmarsch (Turner & Pugh 1961).

41. *Mortierella nodosa* Wolf 1954

Zrbl. Bakt. II, 107, 531 - 532 (Abb. 10)

Substratmycel gestrichelt, in 7 - 8 mm breiten Zonen. Luftmycel dicht, weiß, wattig. Sporangienträger einzeln aus Lufthyphen entstehend, ziemlich zylindrisch, 2 - 3 μ breit und 100 - 200 μ lang. Verzweigung sehr selten. Sporangien 25 - 30 μ , vielsporig, Membran zerfließend. Sporen kugelig, 1 - 2 μ . Gemmen sehr häufig, 20 - 30 μ , interkalar und terminal. Zygoten nicht beobachtet. Geruch typisch als schwach, aber auch als stark angegeben.

Von Wolf in die Sektion *Elongata* eingereiht. Da die Sporangienträger aber nur 200 (150 - 230) μ lang sind, scheint die Einreihung in die Sektion *Alpina* richtiger.

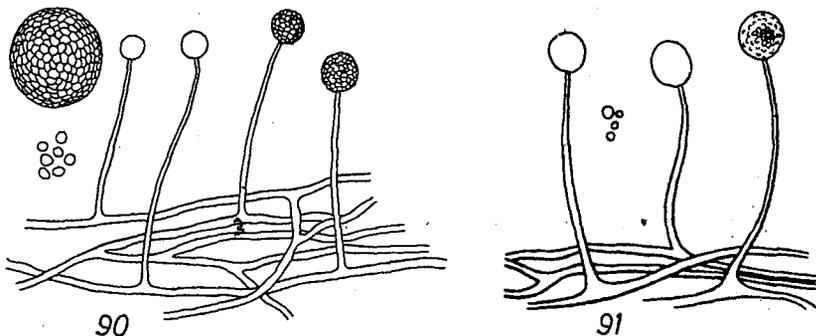


Abb. 90. *Mortierella pusilla* (n. Oudemans & Koning (1902 aus Linnemann 1941). Abb. 91. *Mortierella subtilissima* (n. Oudemans & Koning 1902 aus Linnemann 1941)

42. *Mortierella subtilissima* Oudemans & Koning 1902

Arch. néerl. Sc. nat. 2. sér. 7, 266 - 298 (Abb.) Abb. 91

Substratmycel weiß, wollig, gelappt, Hyphen 3 - 5 μ dick. Träger 130 - 200 μ , zylindrisch, 2,3 - 4,6 μ dick, unverzweigt. Sporangien kugelig, hyalin, 20 - 26 μ . Sporen kugelig oder oval, 2,3 - 4,6 μ oder 4 - 5 x 5 - 6 μ . Gemmen und Zygoten nicht bekannt.

Holland, in Erde bei Bussum (Oudemans & Koning 1902).

43. *Mortierella antarctica* Linnemann n. sp.

Abb. 92

Substratmycel nicht ausgeprägt, meist dichotome, leicht geschlängelte Hyphen. Luftmycel anfangs spinnwebig, spärlich; später wattig, tupfig. Hyphen öleereich, etwas unregelmäßig breit, meist 2 - 3 μ . Sporangienträger sehr zart und, vor allem in älteren Kulturen, schwer auffindbar; 20 bis etwa 75 μ lang, von 4 μ an der Basis auf 0,5 - 1 μ verschmälert. Sporangien bis etwa 20 μ , mehrsporig. Sporen kugelig, unregelmäßig länglich oder fast 3 - 4-eckig, sehr verschieden groß, 3 - 10 μ ; immer mit Ölkugeln, in den kleineren Sporen zahlreiche, in den großen meist nur eine. Gemmen in auffallend großer Menge schon nach kurzer Zeit, meist annähernd kugelig, 6 - 15 μ , interkalar, häufig fast kettenförmig hintereinander. Anastomosen oder Hyphenknäuel nicht beobachtet. Geruch schwach typisch.

Mycelio substratum induente non diviso, Hyphis pro parte dichotomis. Mycelio aereo albo, irregulariter distributo, in densos acervos parvos. Hyphis 2 - 3 μ crassis. Hyphis sporangiferis paucis, minutissimis, rhizoidiis carentibus, 20 - 75 μ longis, simplicibus, sursum de circiter 4 μ ad 0,5 - 1 μ attenuatis. Sporangii circiter 20 μ , paucis vel pluriis sporis continuentibus. Cuticula, evanescente, collari basilari relinquentibus. Sporis globosis vel subglobosis, inaequalibus, globiis olei munitis, crassitudine varia, 4 - 10 μ . Anastomosis et Zygosporis ignotis. Odore indistincto vel typico.

In einer von 8 Bodenproben, die Prof. Dr. O. L. Lange im November 1966 aus der Antarktis mitbrachte. Nahe Hallett-Station (72°18' S, 170°18' O), Felsnische einer Klippe, die von oben und an ihren Seiten vom Gletscher umflossen wird. Frostboden.

Ich isolierte diese Art bisher als einzige aus antarktischen Bodenproben. Sie wuchs zunächst auf Malzagar sehr langsam. Später stand sie im Wachstum z. B. *M. alpina* nicht nach. Beide Arten keimten und wuchsen noch bei 0°C, wenn auch langsam. Die sehr ölreichen Sporen und die besonders große Zahl von Gemmen scheinen das Überleben unter den extremen Bedingungen des Standortes zu sichern.

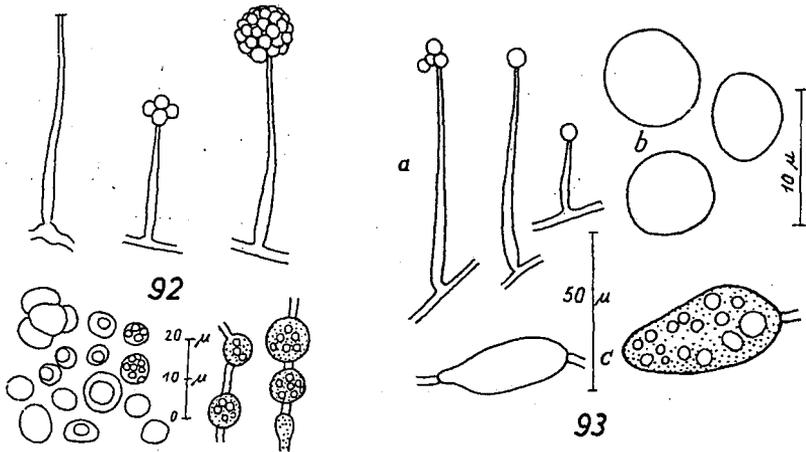


Abb. 92. *Mortierella antarctica* (Orig.). Abb. 93. *Mortierella longigemmata*, a Sporangienträger, b Sporen, c Gemmen (Orig.)

44. *Mortierella longigemmata* Linnemann n. sp.

Abb. 93

Substratmycel unausgeprägt, großlappig oder auch in 1 cm breiten Zonen. Luftmycel dichtwattig oder auch zarter, ziemlich ungleich. Sporangienträger unverzweigt, spärlich, zart, 50 - 150 (meist unter 100) μ lang. Sporangien ein- bis wenigsporig, ganz vereinzelt längere Träger mit vielsporigen Sporangien. Sporen kugelig bis kurz-oval, 5 - 9 μ .

G e m e n interkalar, langgestreckt, auffallend groß, stark mit Öl gefüllt, manchmal mit einer kompakten Ölmasse, bis etwa 60μ lang. G e r u c h meist typisch und stark.

Deutschland, Nassau, Erde aus Buchen-Bestand, pH 4,4; Hann. Münden, unter *Hypericum lumifusum* und *H. pulchrum* (mehrmals), pH 3,9.

Mycelio substratum induente tum non diviso, tum in lobulos magnos diviso vel zonato (10 mm). Mycelio aereo denso, vel raro, inaequali. Hyphis sporangiferis non frequentibus, tenuissimis, rhizoidiis carentibus, $50 - 100 \mu$, plerumque minutissimis, rariter maioribus. Sporangii monosporis vel cum paucis (rariter 20) sporiis praeditis. Sporis globosis vel subglobosis, $5 - 9 \mu$. Chlamydosporis frequentibus, elongatis, ad 60μ longis, denso globulis oleis praeditis. Odore typico forti.

45. *Mortierella insignis* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 34 (Tf. 4, Abb. 32) Abb. 94

S u b s t r a t m y c e l mit kleinen oder mittleren Lappen, strahlig. L u f t - m y c e l weiß, locker, hoch. S p o r a n g i e n t r ä g e r $75 - 120 \mu$ lang, von etwa 5μ an der Basis auf etwa $2,5 \mu$ zur Spitze hin verschmälert, unverzweigt oder mit 1 - 2 Seitenästen, die ungefähr in der Mitte des Hauptträgers entstehen und etwa die halbe Länge erreichen; sie sind meist ziemlich waagrecht abgespreizt. S p o r a n g i e n einsporig, mit zerfließender Membran, die meist deutliche unregelmäßige Reste als Kragen hinterläßt. Gelegentlich findet sich an Stelle der Columella eine kleine kegelförmige Vorwölbung. S p o r e n kugelig, glatt, $10 - 22 \mu$. G e m e n und Z y g o t e n nicht beobachtet. G e r u c h typisch und stark.

Deutschland, Hann. Münden, Gartenerde, pH 7,1 (Linnemann 1941).

F. Sectio Minutissima

Die Arten dieser Sektion bilden keine verwandtschaftliche Gruppe, sie wurden nur der Übersicht wegen zusammengestellt. Sie haben alle kleine und verzweigte Sporangienträger. Stielgemmen fehlen.

Wolf 1954 beschrieb als neue Art, die sie in diese Sektion einordnete, *M. baccata*. Sie soll 1-sporig sein, aber die abgebildeten Sporangien enthalten überwiegend mehrere Sporen. Auch sollen die Träger nur bis 20μ lang sein; jedoch ein verzweigter Träger hat in der Abbildung etwa 40μ Länge. Diese Art scheint daher recht unsicher.

Die von Wolf 1954 hier eingeordnete *M. debilis* n. sp. erreicht eine Trägerlänge von 400μ , so daß sie besser in die Sektion Hygrophila paßt.

1. Verzweigung racemös mit quirlig gestellten Ästen 46. *M. oligospora*
 Verzweigung cymös (2)
2. Verzweigung cymös-sympodial, Sporen ca. $2,5 \mu$ 47. *M. gracilis*
 Verzweigung spärlich und unregelmäßig, überwiegend cymös; Sporen $4 - 12 \mu$, meist
 $5 - 7 \mu$ 48. *M. minutissima*
 Verzweigung unregelmäßig (3)
3. Sporen länglich 49. *M. fatshederae*
 Sporen kugelig (4)
4. (Sporangien 1-sporig, Träger etwa 30μ lang vgl. 1. *M. nana*)
 Sporangien mehrsporig (5)
5. Sporen glatt (6)
 Sporen mit feinwarziger Oberfläche 50. *M. verrucosa*
6. Sporangien ein- bis mehrsporig, Sporen $4,5 - 12 \mu$, Gemmen fehlend
 51. *M. marburgensis*
 Sporangien stets mehrsporig, Sporen kugelig bis leicht oval, Gemmen vorhanden
 52. *M. microspora*

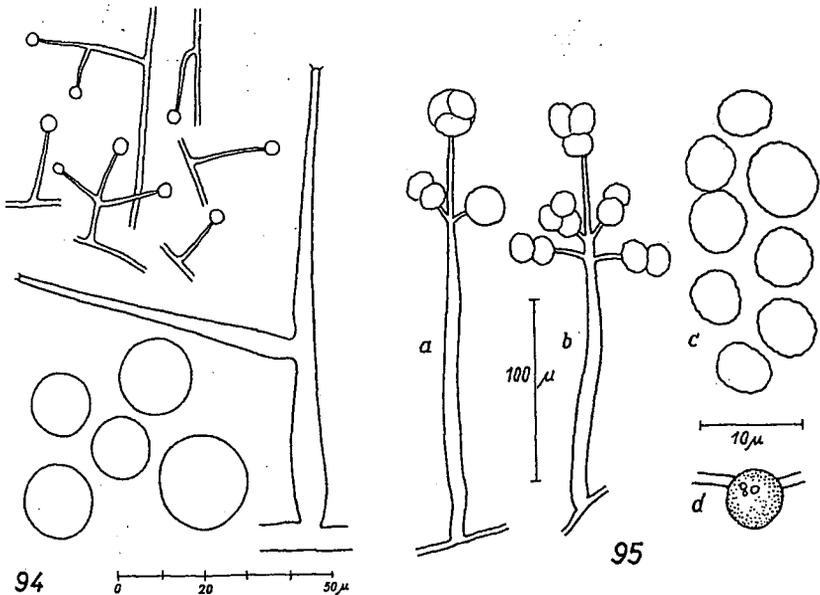


Abb. 94. *Mortierella insignis* (n. Linnemann 1941). Abb. 95. *Mortierella oligospora* (n. Linnemann 1941)

46. *Mortierella oligospora* Björling 1936

Bot. Botiser, 121 - 128 (Abb. 2 A, B) Abb. 95

Substratmycel rosettig, mit verschiedenen großen Lappen, auch mit Übergängen zur Zonenbildung. Luftmycel spärlich, weiß. Sporangienträger auf Malzagar spärlich und nur wenig verzweigt, auf Bouillon-Dextrose-Agar mit steigendem Dextrosegehalt reichlicher. Auch ist auf diesem Nährboden das Luftmycel üppiger und gleichmäßiger. Die von Björling als so typisch beschriebenen "fertilen Segmente" an der Basis der Träger von Linnemann (1941) am Originalstamm nicht beobachtet. Länge der Träger 120 - 300 μ , Breite von etwa 7 μ auf 2 μ verschmälert. Verzweigung von ausgesprochen monopodialeem Typ. Seitenäste in 1 bis 2 (selten 3) Quirlen oder auch scheinquirlich zusammengedrängt. Anzahl der Seitenäste schwankt stark mit dem Substrat. Auf Malzagar beobachtete Linnemann nur 1 - 2 feine Seitenäste, auf einem der Fruktifikation günstigem Nährboden bis zu 7. Die Entstehungsstelle der ersten Träger war 1/10 bis 1/3 der Trägerlänge unterhalb des Endsporangiums. Sporangien 1- bis 5-sporig. Sporen 11,5 - 16 μ , kugelig oder etwas abgeflacht, nach Björling glatt, Linnemann beobachtete jedoch immer eine gebuckelte Struktur. Gemmen einzeln, von etwa Sporengröße. Zygoten nicht bekannt. Geruch nicht mortierellenartig.

Björling beschrieb diese ihm vom CBS als *Haplosporangium bispore* zugesandte Form als eine neue, *M. reticulata* sehr ähnliche Art. Sie ist dies in der Tat, unterscheidet sich aber in verschiedener Hinsicht. Die Seitenäste, die bei *M. reticulata* waagrecht oder auch etwas abwärts gerichtet sind, sind bei *M. oligospora* öfters etwas nach oben zeigend. Außerdem sind sie viel zarter. Die Struktur der Sporen ist nur sehr schwach vorhanden und andersartig. Stielgemmen fehlen. Hinsichtlich der Verwandtschaft müßte die Art besser in die Sektion *Polycephala* eingereiht werden. Das Fehlen der Stielgemmen würde ihr aber innerhalb dieser Gruppe wieder eine Ausnahmestellung geben. - Die Zeichnungen Björlings entsprechen nicht ganz den von mir am Originalstamm beobachteten Verhältnissen.

Die von Wolf 1954 beschriebene, von *Vaccinium uliginosum* isolierte var. *minima* erscheint mir zweifelhaft.

Var. *indica* Mehrotra & Baijal 1964, konnte bis zu 12 Sporen im Sporangium enthalten. (Indien, Walderde, pH 6,8).

47. *Mortierella gracilis* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 38 (Tf. IV, Fig. 36) Abb. 96

Substratmycel kleinlappig bis zonig (ca. 6 mm), zum Teil durch Ausläufer tupfig. Luftmycel niedrig, dicht, oft mit Rhizoidenbildung am Ende von Lufthyphen. Sporangienträger nicht häufig, sehr verschieden hoch, 160 - 600 μ , meist 200 - 300 μ und von 5 - 8 auf 2 - 3 μ sich verzweigend. Sie entstehen ohne Rhizoiden aus Lufthyphen, sind oft

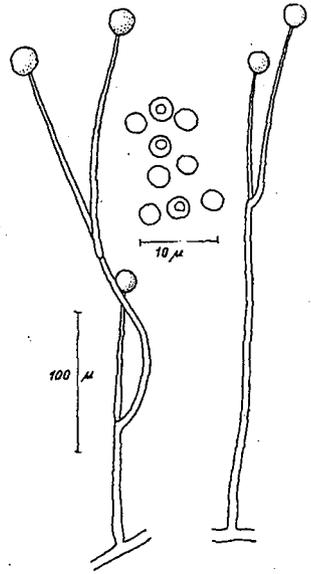


Abb. 96. *Mortierella gracilis* (n. Linnemann 1941)

erwas verbogen, schlaff und zart. Verzweigung kaum vorhanden, meist nur 1 - 2 Seitenäste, die den Hauptträger übergipfeln. Sporen 2 - 3 μ , kugelig, mit oder ohne Ölkugel. Gemmen und Zygoten nicht beobachtet. Geruch nicht typisch.

Linnemann 1941 hielt diese Form für eine kleinsporige Varietät von *M. minutissima*. Da aber außer den kleinen Trägern auch viele größere vorhanden sind, und außerdem die Verzweigung durch die steil aufgerichteten Äste charakterisiert ist, handelt es sich doch um eine selbständige Art.

Deutschland, bei Hann. Münden, in Buchenwalderde, pH 5,1 (Linnemann 1941).

48. *Mortierella minutissima* van Tieghem 1876

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 4, 385 (Tf. 13, Abb. 89, 90; Abb. auch bei Dauphin 1908, Linnemann 1936) Abb. 97

Substratmycel kleinlappig-streifig, gelegentliches Variieren zu größer aufgeteiltem Mycel. Luftmycel verschieden stark ausgebildet, manchmal üppig und locker, oft auch spärlich, das Substrat nur schwach überspinnend. Rhizoiden öfters am Ende von Lufthyphen. Sporangienträger klein, zart, oft sehr hinfällig, 70 - 120 μ , lang, Dicke von 6 - 8 μ auf 1 - 3 μ abnehmend. Verzweigung meist nur spärlich, mit bald längeren, bald kürzeren Seitenästen, in vorwiegend cymöser Anordnung. Öfters überragen die

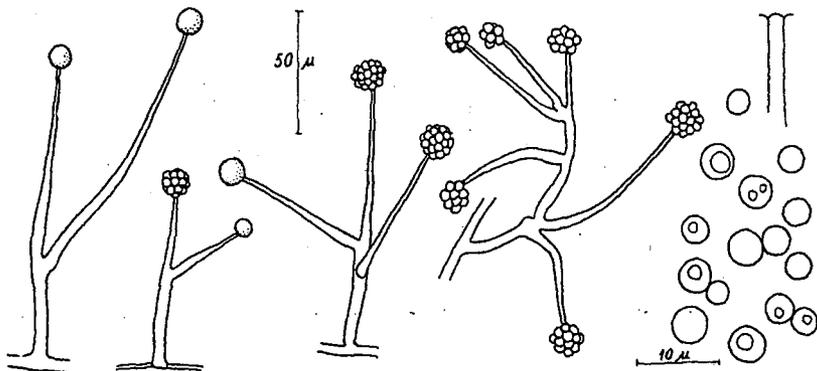


Abb. 97. *Mortierella minutissima* (n. Linnemann 1941 ergänzt)

Äste den Hauptträger und bilden ein Sympodium. Meist findet man Träger mit nur einem mehr oder weniger langen Seitenast. Sporangien 10 - 15 μ , wenigsporig. Sporen 4 - 12 (meist 5 - 7) μ , mit oder ohne zentrale Ölkugel, manchmal mit derber Membran. Gemmen und Zygoten nicht vorhanden. Geruch meist nicht typisch.

Nach Linnemann 1936 ist diese Art ziemlich variabel. Deshalb Unklarheit über die zugehörigen Formen, was vor allem bei reich und unregelmäßig verzweigten Stämmen mit größeren und derbwandigen Sporen gilt. Die Sporangienträgerausbildung ist oft kümmerlich und setzt manchmal erst nach 2 - 3 Wochen ein.

Frankreich, auf *Daedalea*-Fruchtkörper (van Tieghem 1876), Caracassonne, unter *Buxus*, St. Guilhelm-le-Désert, unter *Pinus nigra*, Nizza, Grenoble, unter *Quercus pubescens* (Linnemann); Deutschland, häufig in Waldböden, in Gartenerde, vorzugsweise auf kalkreichen Böden, vor allem im pH-Bereich 6 - 7,3 (Linnemann); England, in Kalkböden neben *Penicillium nigricans* und *Mortierella alpina* dominierend, Gibraltar, in Salzmarschen (Turner & Pugh 1961); Italien, südl. Bruneck, 1100 m (Linnemann); Österreich, Kerschbaumer Alm, 1850 m (Linnemann); Süd-Mexiko, lichter Hochwald von *Pinus leiophylla*, auf Kalk, beste Humuszersetzung, 2500 m, pH 5,1 (Linnemann).

var. *dubia* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 39 (Abb. 38).

Unterscheidet sich vom Typus durch fehlende Verzweigung der Sporangienträger. (Möglicherweise Kümmerform). Hyphenknäuel in großer Anzahl vorhanden, Anfangsstadien jedoch nicht erkennbar.

Deutschland, Schweinfurt, pH 6,5 (Linnemann 1941).

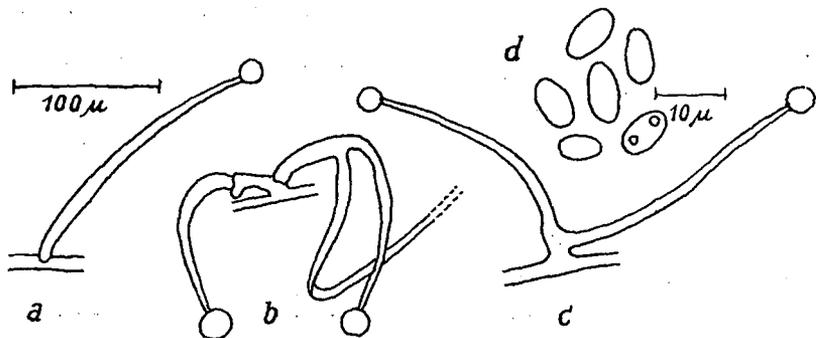


Abb. 98. *Mortierella fatshederae* (Orig.)

49. *Mortierella fatshederae* Linnemann n. sp.

Abb. 98

Substratmycel kleinlappig. Luftmycel zart, Hyphen sehr ölfreich. Sporangienträger ohne Rhizoiden aus dem Luftmycel entstehend, 100 - 240 μ lang, meist unter 200 μ ; etwa 7 - 12 (extrem 18) μ auf 2 - 3 μ verschmälert, meist bogig. Anfangs unverzweigt, später mit langen Ästen, sympodial oder monopodial angeordnet. Öfters wächst ein Ast steril zu einer langen Hyphe aus. Sporangien vielsporig, 12 - 15 μ . Membran zerfließend. Sporen oval bis zylindrisch, 3 - 4 x 6 - 9 μ . Gemmen und Zygoten nicht beobachtet. Geruch nicht typisch.

Mycelio substratum induente in parvos lobulos divisio. Mycelio aereo tenui. Hyphis uberrimis olei. Hyphis sporangiferis ex hyphis aeriis provenientius, rhizoidiis deficientibus, saepe curvatis, 100 - 240 μ longis, basi 7 - 12 (rariter 18) μ , versum apicem 2 - 3 μ crassis. Initio simplicibus, deinde ramosis, sympodialiter vel monopodialiter; ramis longis nonnunquam sterilibus. Sporangii multisporis, 12 - 15 μ ; cuticula evanescente. Sporiis oblongatis-cylindraceis. Chlamydosporis et zygosporis ignotis. Odore non typico.

Deutschland, in Erde aus Blumentopf mit *Fatshedera*.

50. *Mortierella verrucosa* Linnemann 1953

Ztrbl. Bakt. II, 107, 227 - 228 (Abb. 3) Abb. 99

Substratmycel nicht ausgeprägt. Luftmycel gleichmäßig locker, 1 - 2 mm hoch, verhältnismäßig derb; Hyphen 6 - 8 μ breit, sehr ölfreich. Geruch etwas streng, \pm typisch. Sporangienträger anfangs spärlich, in älteren Kulturen zahlreich, klein; etwa 160 - 260 μ lang, von etwa 7 auf 3 - 4 μ verschmälert, gelegentlich mit kleinen Ausstülpungen an der Basis. Verzweigung meist fehlend, gelegentlich 1 - 2 ziemlich lange Seitenäste

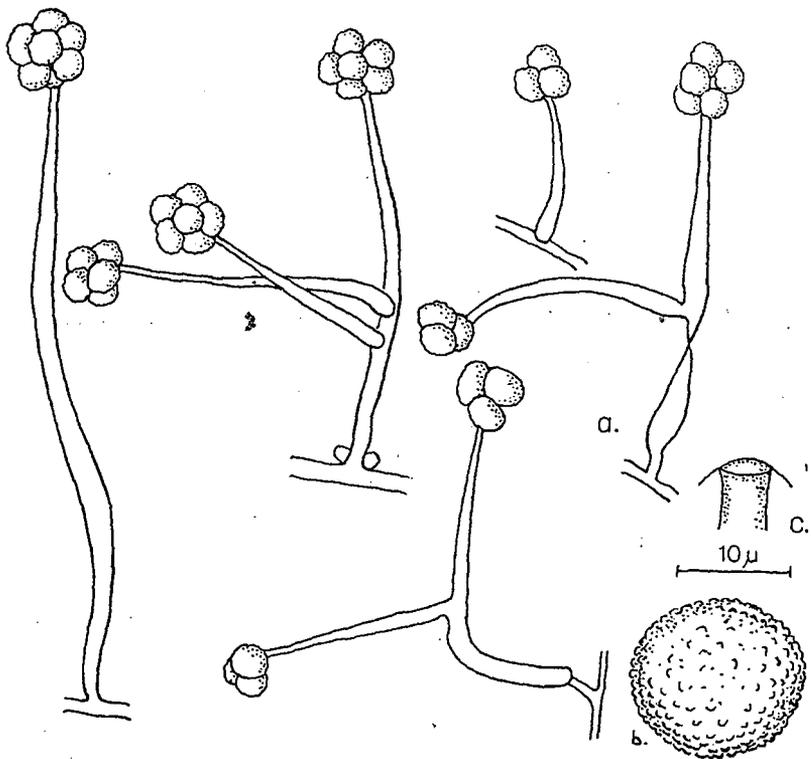


Abb. 99. *Mortierella verrucosa*; a Sporangienträger, b Spore, c Trägerende (n. Linnemann 1953)

in unregelmäßiger Anordnung ungefähr in der Mitte des Hauptträgers abzweigend. Sporangien etwa $25\ \mu$, wenigsporig; Trägerende leicht vorgewölbt, Kragen deutlich herabgeschlagen. Sporen stumpfeckig-kugelig oder kurz-oval, $15 - 20\ \mu$, Membran in auffallender Weise mit kleinen Warzen bedeckt. Gemmen zunächst nicht gefunden, doch zeigte eine Kultur (1955) nach etwa 3 Wochen zwar kein Luftmycel, hingegen sehr zahlreiche typische, zitronenförmige Gemmen. Zygoten nicht beobachtet.

Deutschland, Fichtenhochwald, 500 m, pH 4,0 (Linnemann 1953) Mexico, Nevado de Toluca, Kiefern-Hochwald, ca. 3000 m (Linnemann, späterer Fund).

Linnemann (1953) hat diese Art in die Sektion *Elongata* eingeordnet, sie scheint aber besser in die Sektion *Minutissima* zu passen.

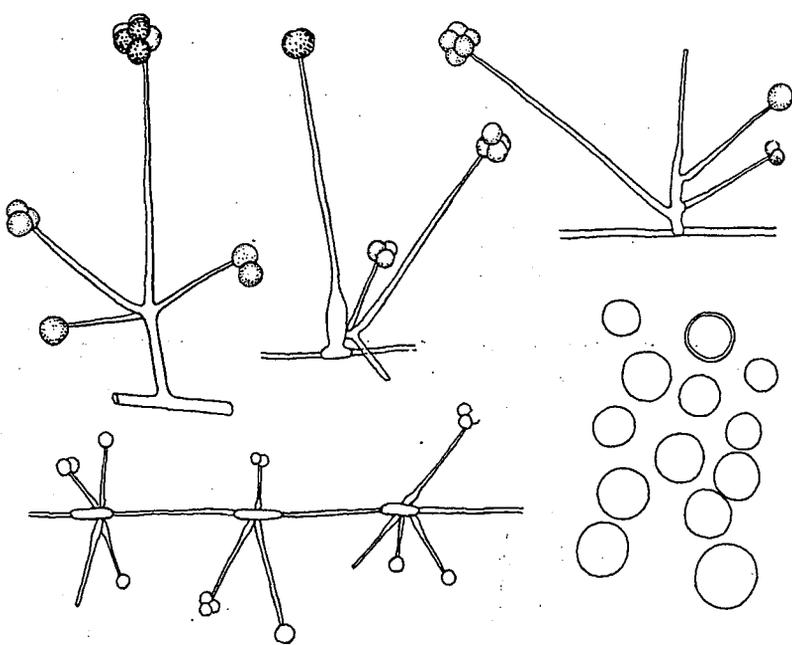


Abb. 100. *Mortierella marburgensis* (n. Linnemann 1936)

51. *Mortierella marburgensis* Linnemann 1936

Flora, 130, 211 (Abb. 19, 21) Abb. 100

Substratmycel sehr schön rosettig durch mehr oder weniger schmale feine Lappen, oder auch mehr gestrichelt strahlig. Luftmycel spärlich, nur das Substrat überspinnend. Sporangienträger in sehr großer Zahl, einzeln oder zu mehreren, häufig gegenständig an langen Lufthyphen, die an der Entstehungsstelle gewöhnlich etwas aufgebläht sind, während der übrige Teil leicht zusammenschrumpft. Länge der Träger 30 - 180 μ , meist 60 - 80 μ , Breite von 3,6 - 6 μ auf 0,5 - 1,2 μ abnehmend. Verzweigung unregelmäßig monopodial, gewöhnlich mit einem kräftigen Hauptträger und mehreren, meist in seinem untersten Teile quirlig oder scheinquirlig entstehenden Seitenästen. Manchmal auch zu mehreren bündelartig aus etwa derselben Stelle der Lufthyphne herauswachsend. Sporangien ein- bis mehrsporig, 10 - 12 μ . Membran zerfließend, Kragen nur manchmal und sehr schwach erkennbar. Sporen kugelig oder fast kugelig, 4,5 - 12 μ , mit oder - meist - ohne Ölkugel, oft mit dichtem grobkörnigem Inhalt. Gemen nicht beobachtet. Zygoten von Williams, Gray & Hitchin 1965 beschrieben. Sie haben keinen Hypphenmantel und entstehen heterothallisch.

Einsporkulturen vom (+) - und (-) - Geschlecht bildeten nackte Zygoten, die denen von *Mortierella parvispora* sehr ähneln, oft in großer Anzahl, auch bei einer Entfernung der Partner von 1 cm. Geeignete Nährböden waren 1%iger Chitin-Agar, Hafer- oder (günstig zum Studium der Entwicklung) Wasser-Agar. Temperatur + 18°. Geruch schwach mortierellenartig.

Linnemann isolierte aus einer Erdprobe 2 Stämme, die sich etwas in der Dichte des Mycels und in der durchschnittlichen Sporenzahl im Sporangium unterschieden; bei dem einen war nur 1-Sporigkeit festzustellen, während der andere häufig 2-, seltener 3-sporige Köpfchen aufwies. Es besteht eine große Ähnlichkeit dieser Form mit *M. verticillata*, da bei ersterer auch eine - allerdings sehr feine - Bestachelung vorzukommen scheint. Die öfters beobachteten mehrsporigen Sporangien, die sehr unregelmäßige Verzweigung und die häufig durch starke Aufblähung von den Seitenästen differenzierten Hauptträger geben indessen einen abweichenden Habitus, so daß beide Arten gut trennbar sind.

Deutschland, häufiger in Waldböden, pH 3,2 - ca. 5; Österreich, Obergurgl, 2040 m; Nordschweden, Abisco; Mexico, Mil Combres, ca. 2800 m, Hochwald von *Pinus* und *Abies*, pH 4,9 (Linnemann 1936, 1941, 1958).

52. *Mortierella microspora* Wolf 1954

Zrbl. Bakt. II, 107, 528 (Abb. 4)

Substratmycel kleinklappig-gestrichelt. Luftmycel spärlich, die Kolonie nicht ganz bedeckend. Träger selten, meist nur in jüngeren Kulturen, aus Luftmycel entstehend, 60 - 70 μ lang, an der Basis auf 7 - 8 μ aufgebläht, Verzweigung gering, Sporangien vielsporig, 12 μ . Sporen kugelig bis etwas oval, 2 μ , auf einer Seite etwas eingedellt. Interkalare Gemmen, 11 - 14 μ , in älteren Kulturen häufig. Geruch stark, knoblauchartig.

Deutschland, an Wurzeln von Hochmoorpflanzen (Wolf 1954).

var. *macrocystis* (Gams) Linnemann

M. macrocystis Gams 1961, Nova Hedwigia, III, 69 - 71 (Tf. 37)

Gams schickte mir 1958 2 Stämme (5a11; 1d7;) zur Untersuchung und beschrieb sie später als obige Art. Im folgenden gebe ich seine Daten und in Klammern meine damaligen eigenen Befunde. Wir benutzten beide als Substrat Malzagar. Substratmycel fein geflammt (unausgeprägt bis etwas strahlig). Luftmycel erst nach 10 - 12 Tagen (kaum vorhanden). Sporangienträger im Luftmycel reichlich, z. T. nicht vorhanden oder erst nach längerer Kultur, auf Bierwürze-Agar reichlicher als auf Malzagar, Länge etwa 100 μ , von 2 - 5 μ auf 0,1 - 2 μ verschmälert (50 - 100 μ). Sporangien 5 - 16 μ (12 - 15 μ). Sporen 2 - 3 μ , kugelig bis leicht oval (2,5 - 3 μ ± kugelig). Verzweigung fehlend oder 1 - 2 Seitenäste, monopodial unter der Mitte (nicht beobachtet). Gemmen als Mycelanschwellungen außerordentlich zahlreich im Luft- und Substratmycel, 20 - 50 μ , aber auch über 100 bis 300 μ (typisch, längliche oder kugelige, bis ca. 40 μ große Gemmen-ähnliche Mycelanschwellungen nur auf Malzagar). Geruch charakteristisch (nicht wahrgenommen).

Österreich, Schweiz, Alpen, pH 3,2 - 5, stellenweise stark dominierend (Gams 1961); England, in saurem Podsol, an *Pteridium*-Wurzeln (Gams 1961).

Die von Gams beschriebene *M. macrocystis* unterscheidet sich von *M. microspora* Wolf vor allem durch das Vorhandensein von besonders großen gemmenartigen Aufblähungen, die aber nicht immer vorhanden sind. Die von Wolf beobachtete Eindellung der Sporen scheint durch das Medium des Präparates bedingt zu sein. Ich betrachte den Pilz von Gams deshalb nur als Varietät.

G. Sectio Elongata

Die hier zusammengefaßten Arten sind zum Teil zunächst schwer zu charakterisieren und zu unterscheiden, da sie anfangs vielfach den Eindruck von Kümmerformen erwecken. Erst längere Kultur und Beobachtung möglichst verschiedener Stämme führt zu einer Übersicht.

1. Sporangienträger mit blasigen Anschwellungen an der Basis 53. *M. globulifera* (S. 210)
 Träger ohne solche Anschwellungen (2)
2. Träger mit Rhizoiden (3)
 Träger ohne Rhizoiden (6)
3. An der Basis der Träger sehr dichtes und reiches Rhizoidengeflecht (4)
 Träger mit wenigen unverzweigten, kurzen oder längeren, lockeren Rhizoiden (5)
4. Träger bis 3 mm hoch, an der Spitze zahlreiche geschlängelte, bis 100 μ lange "Haare".
 54. *M. fimbriata* (S. 211)
 Träger ohne "Haare" 55. *M. rostafinskii* (S. 212)
5. Luftmycel weiß, Träger häufig mit Rhizoiden. 56. *M. pulchella* (S. 213)
 (Träger mit locker verzweigten Rhizoiden, vgl. 66. *M. mundensis*)
 Luftmycel auf Malzagar gelblich, Träger mit oder ohne Rhizoiden
 57. *M. elasson* (S. 213)
6. Gemmen nicht vorhanden (7)
 Gemmen vorhanden (9)
7. Sporen glatt, (11 μ) 58. *M. repens* (S. 215)
 Sporen rauh (8)
8. Sporen warzig, (6 - 9 μ) 59. *M. ericetorum* (S. 215)
 (Sporen bestachelt, vgl. 78. *M. traversiana*)
9. Gemmen normal ausgebildet 60. *M. elongata* (S. 215)
 Gemmen ungewöhnlicher (10)
10. Gemmen \pm kugelig, terminal oder interkalar 61. *M. gemmifera* (S. 217)
 Gemmen interkalar, kugelig oder \pm halbkugelig mit kurzen auswachsenden Hyphen ...
 62. *M. exigua* (S. 218)
 (Gemmen in kettenförmigen Reihen, auffallende Nester bildend, vgl. ... 64. *M. zychae*)

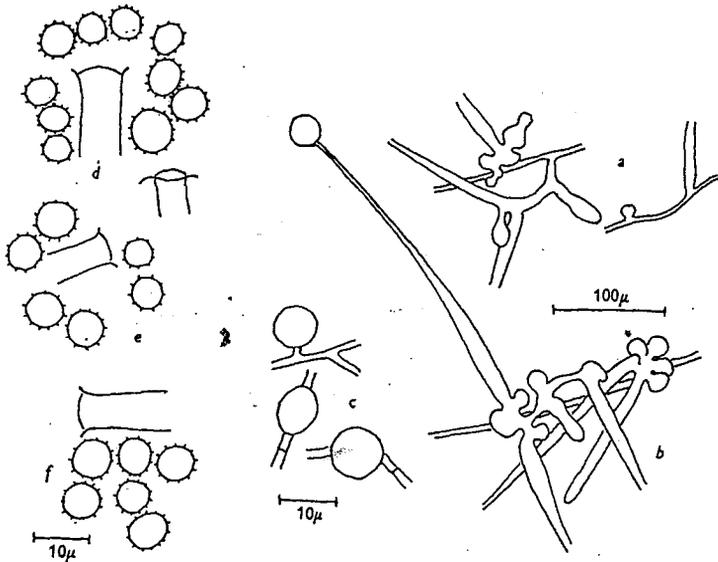


Abb. 101. *Mortierella globulifera*; a, b Entwicklung der Träger, c Gemmen, d-f Trägerenden und Sporen (n. Turner 1956)

53. *Mortierella globulifera* Rostrup 1916

Dansk Bot. Arkiv 2, Nr. 5, 1 (Abb., Abb. auch bei Turner 1956), Abb. 101

Die sehr knappe Originalbeschreibung des Autors wurde von Turner (1956) nach mehreren eigenen Funden ergänzt. Die folgenden Angaben sind die von Turner, in Klammer stehen die von Rostrup.

Substratmycel mehr oder weniger rosettig. Luftmycel spärlich. Träger entstehen zunächst einzeln auf Stolonen; junge Träger erscheinen als geschwollene Auswüchse an der Basis älterer Träger und bilden Tuffs (an der Basis kugelige Anschwellungen). Träger unverzweigt, 150 - 1800 μ , meist 300 - 600 μ hoch (500 - 1000 μ), von 16 - 18 auf etwa 3 - 9 μ verschmälert (24 - 28 auf 4,5 - 5,5 μ). Sporangien kugelig, hyalin, 30 - 45 (40 - 48) μ , Membran zerfließend, einen kleinen Kragen hinterlassend. Sporen kugelig bis oval, 5,5 - 7 μ ; bestachelt (kugelig, 6 - 7 μ , Epispor fein bestachelt). Gemmen sehr zahlreich im Substrat, rund oder oval, meist 8 - 10 μ (nicht beobachtet). Stielgemmen und Zygoten nicht beobachtet (desgleichen).

Ein Versuch Turners läßt annehmen, daß diese Art wie auch andere Mortierellen fähig ist, proteolytische Enzyme zu produzieren.

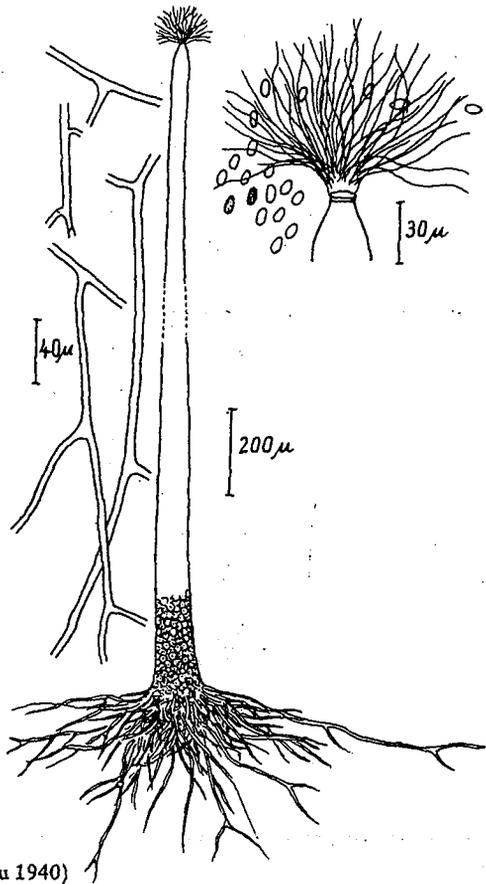


Abb. 102. *Mortierella fimbriata* (n. Ou 1940)

Dänemark, auf Pferdemist (Rostrup 1916); England, auf Erde oder organischem Material im Boden (Turner 1956).

54. *Mortierella fimbriata* Ou 1941

Sinensia, 442 (Abb. 10 a - c) Abb. 102

Mycel kriechend, verzweigt, etwa $5\ \mu$ breit. Sporangienträger aufrecht, unverzweigt, 1,5 - 3 mm hoch, unten $80 - 125\ \mu$ dick, oben $30 - 40\ \mu$, mit zahlreichen Rhizoiden an das Substrat angeheftet, die verzweigt sind und $5 - 10\ \mu$ dick. Spitze des Trägers besetzt mit zahlreichen feinen, geschlängelten "Haaren", die etwa $0,5\ \mu$ breit und bis $100\ \mu$ lang sind. Sporangien

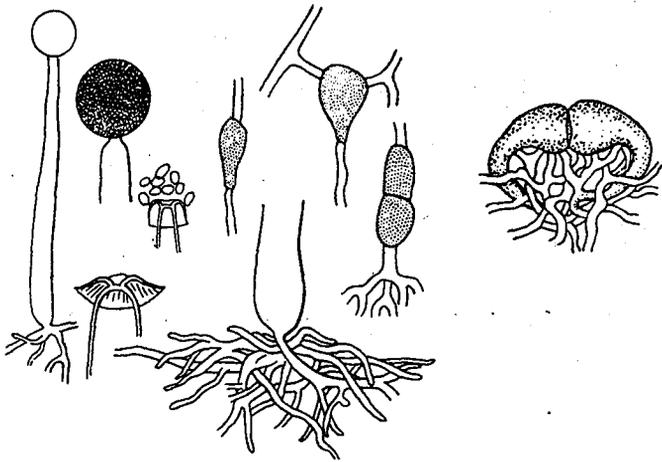


Abb. 103. *Mortierella rostafinskii*; Sporangienträger, Gemmen, Zygotenbildung (n. Brefeld 1881 aus Linnemann 1941)

weiß, etwa 250 - 400 μ . Sporen länglich bis länglich-zylindrisch, mit "Haaren" vermischt, 4 - 5 x 7 - 10 μ , selten 6 - 12 μ . Zygoten nicht beobachtet.

China, Szechuan, in Erde (Ou 1941).

55. *Mortierella rostafinskii* Brefeld 1881

Unters. 4, 81 (Tf. 5; Abb. auch bei van Tieghem 1891) Abb. 103

M. strangulata van Tieghem 1875 sensu Zycha 1935

Mycel sich kriechend über das Substrat (Pferdemist) und die Wände des Glasgefäßes ausbreitend, zum Teil stolonienartig. Sporangienträger einzeln auf einem sehr dichten Geflecht von Rhizoiden, an der Basis stark angeschwollen, zur Spitze hin verjüngt (Maße nicht angegeben). Unterhalb des Sporangiums eine Einschnürung des Trägers. Sporangienmembran zerfließend, einen deutlichen Kragen hinterlassend. Sporen regelmäßig oval, 5 x 6 μ . Gemmen von unregelmäßiger Gestalt in älteren Kulturen. Stielgemmen nicht beobachtet.

Die Zygoten (es waren die ersten, die für *Mortierella* beschrieben wurden, Brefeld, 1876) stellten sich erst ein, nachdem die Art in 10 - 12 Passagen fortlaufend kultiviert worden war. Sporangienträger wurden dann kaum noch gebildet. Die Folgekulturen enthielten weiterhin immer zahlreiche Zygoten. Gametangienstadien schwer zu erkennen, da sie bald von Hyphen umwachsen werden. Zygote 1 mm groß, mit dem äußeren braunen Hyphenmantel etwa 1,5 mm, mit dicker gelblicher Membran. Keimung der Zygoten nicht beobachtet.

Eine große Ähnlichkeit ist mit *M. strangulata* vorhanden, vor allem durch das reiche Rhizoidengeflecht an der Basis der Träger und durch die Einschnürung unterhalb des Sporangiums. Diese Art ist jedoch deutlich abweichend durch das Auftreten von Stielgemmen, das Fehlen der Zygoten und die andersartigen Sporen.

56. *Mortierella pulchella* Linnemann 1941

Pflanzenf., H. 23, 41 (Abb. 42) Abb. 104

S u b s t r a t m y c e l strahlig spitzlappig. **L u f t m y c e l** weiß. Sporangienträger stark verjüngt, von ca. 10 μ auf ca. 5 μ . Länge 100 bis 400 μ . An der Basis häufig wurzelartige Rhizoiden. **V e r z w e i g u n g** zunächst nicht vorhanden, später nur ein kurzer Seitenast dicht unter dem Hauptsporangium. **S p o r a n g i e n** etwa 20 μ , Wand zerfließend, Krägen deutlich. **S p o r e n** 2 - 2,5 μ , kugelig bis etwas oval. **G e m m e n** und **Z y g o t e n** nicht beobachtet. Geruch unausgeprägt.

Ein später isolierter Stamm (E252) wies eine reichere Verzweigung und manchmal sekundär verzweigte Seitenäste auf; auch zeigte sich häufig eine Verdickung an der Entstehungsstelle eines Astes.

Die sehr kleinen Sporen, die unverzweigten oder sehr wenig verzweigten, häufig mit Rhizoiden versehenen Träger weisen viel Ähnlichkeit mit *M. alpina* auf, von der die vorliegende Art aber durch die größere Länge der Träger, das andersartige Mycel und das Fehlen der Anastomosen und Hyphenknäuel gut unterschieden ist.

Deutschland, unter *Picea*, pH 3,8 (Linnemann 1941 und spätere Funde).

57. *Mortierella elasson* Sideris & Paxton 1929

Mycologia 21, 175 (Abb.) Abb. 105

S u b s t r a t m y c e l auf Malzagar unausgeprägt, auf Maismehlagar in größeren Zonen. **L u f t m y c e l** fein, dicht, gelblich (auf Malzagar). Sporangienträger, Sporangien und Sporen farblos. Sporangienträger 200 - 500 μ lang, mit wenigen oder auch ohne Rhizoiden, in der Breite von 5 - 10 μ auf 3 - 6 μ verschmälert. **S p o r a n g i e n** 10 - 24 μ , kugelig oder etwas gedrückt kugelig, sehr zart, beträchtlich in der Sporenzahl variierend. Membran leicht zerfließend. **S p o r e n** oval, aber auch manchmal kugelig oder etwas stumpfeckig, 3 - 6 x 5 - 10 μ , sehr selten 2- oder 3mal so lang als breit. **G e m m e n** auf Malz-Pepton-Agar häufig, auf Maismehl-Agar seltener. **Z y g o t e n** nicht beobachtet. Besonderer Geruch nicht festgestellt.

Diese Art bildet nach eigenen Versuchen und nach den Angaben der Autoren sehr schwer Sporangienträger. Es gelang den Autoren erst auf Maismehl Sporangienbildung zu erhalten.

Hawai, auf Ananaswurzeln als Saprophyt.

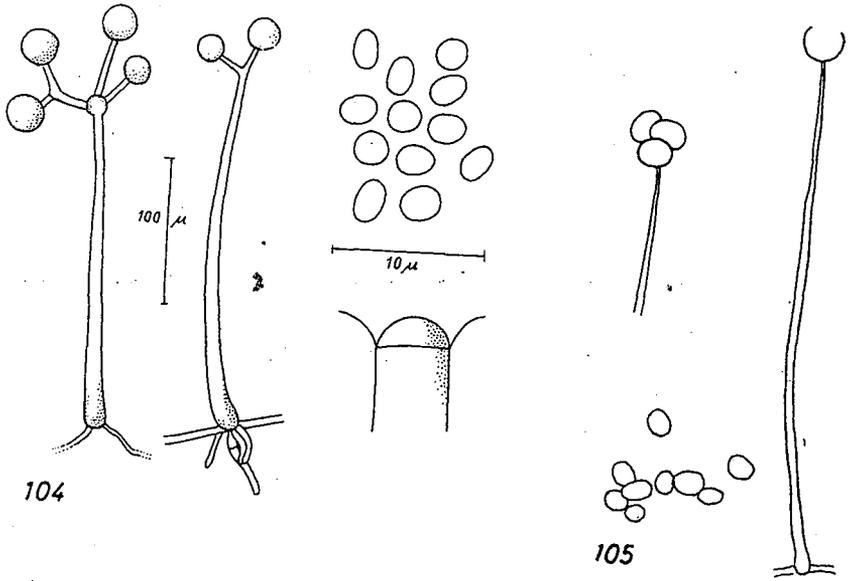


Abb. 104. *Mortierella pulchella* (n. Linnemann 1941, ergänzt). Abb. 105. *Mortierella elasson* (n. Linnemann 1941)

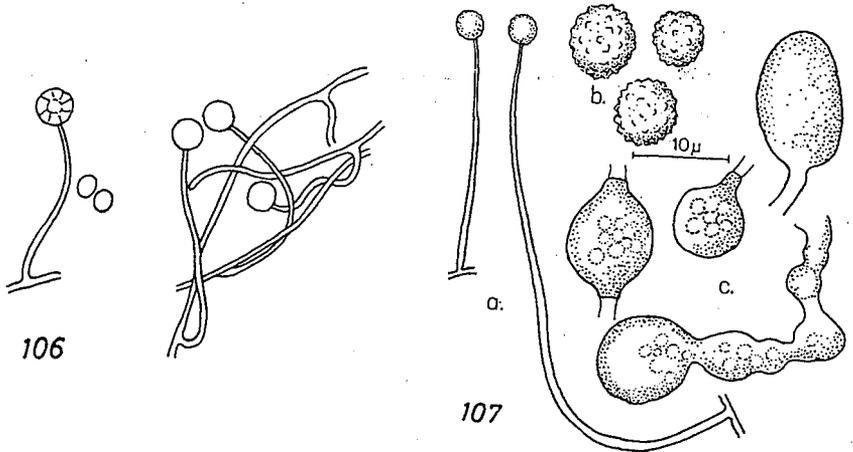


Abb. 106. *Mortierella repens* (n. Smith 1898 aus Linnemann 1941). Abb. 107. *Mortierella ericetorum*; Sporangienträger, Sporen, Gemmen (n. Linnemann 1953)

58. *Mortierella repens* Smith 1898

Journ. of Botany, 36, 618 (Abb.) Abb. 106

Mycel kriechend, weit ausgebreitet. Sporangienträger aus dem Mycel entstehend, unverzweigt, zart, leicht verschmälert, sehr veränderlich in der Länge. Sporangien kugelig, etwa $20\ \mu$, wenigsporig, ohne Basalkragen. Sporen kugelig, $11\ \mu$.

Die knappe Beschreibung Smiths ist nicht ausreichend, um diese Art mit Sicherheit zu bestimmen. Denn die wenigen Angaben sind schon zutreffend für einige andere Formen. Die "kugeligen" Sporen bildet Smith kurzoval ab. Immerhin scheint der allgemeine Habitus der Träger, ihre unregelmäßige Länge und ihre schlaff hin und her gebogene Haltung, spezifisch zu sein.

England, auf feuchter Erde (Smith 1898).

59. *Mortierella ericetorum* Linnemann 1953

Ztrbl. Bakt. II 107, 228 (Abb. 4) Abb. 107

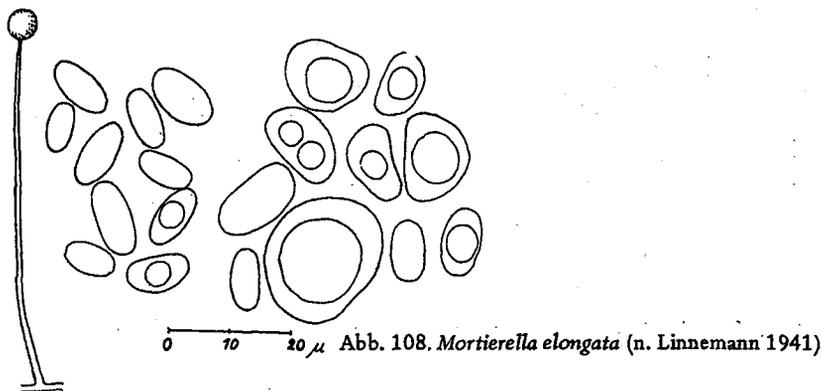
Substratmycel nicht immer ausgeprägt, mit mittelgroßen Lappen oder auch unregelmäßig kleinlappig-schmalzönig; auf Malz-Pepton-Agar (0,5 % Pepton) in auffallend regelmäßigen, $0,5 - 1\ \text{cm}$ breiten Zonen, die einen zackigen Rand zeigen. Luftmycel weiß, sehr dünn das Substrat (Malzagar) überziehend, nur am Rande etwas voller. Sporangienträger unverzweigt, dünn, schlaff, sehr verschieden lang, $150 - 850\ \mu$, von $7,5\ \mu$ auf $1,5 - 2\ \mu$ verschmälert. Sporangien $25 - 40\ \mu$, vielsporig. Sporen meist kugelig, seltener etwas oval, mit oder ohne Öl, mit deutlich warzig-rauher Oberfläche, $6 - 9$ (meist 7) μ . Gemmen terminal oder im Verlauf der Hyphen, auch häufig in Gestalt von unregelmäßigen Anschwellungen, z. T. nahe der Basis der Träger in Form merkwürdiger Auswüchse. Zygoten nicht beobachtet. Geruch \pm typisch.

Deutschland, Bayern, in Erde eines lichten Kiefernbestandes mit *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus*, pH 6,4.

60. *Mortierella elongata* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 43 (Abb. 45) Abb. 108

Substratmycel ziemlich variierend, bald überwiegend zönig (ca. $10\ \text{mm}$ breite Zonen), bald mit mittleren oder großen Lappen. Das Mycelbild variiert innerhalb desselben Stammes. Luftmycel weiß, dicht, manchmal das Substrat kaum bedeckend, manchmal bis etwa $1,5\ \text{cm}$ anwachsend. Sporangienträger in großer Zahl ohne Rhizoiden in unregelmäßigen Abständen aus dem Substrat- und dem Luftmycel entstehend. Länge $200 - 400\ \mu$, von $7 - 8$ auf $1,5 - 3\ \mu$ verschmälert. Verzweigung nicht vorhanden, oder wenig cymös verzweigt mit langen Ästen (einige unter den



0 10 20 μ Abb. 108. *Mortierella elongata* (n. Linnemann 1941)

zahlreichen von mir untersuchten Stämmen waren reicher verzweigt, bis etwa mit Ästen 6. Grades und bildeten so den Übergang zu *M. hygrophila*. Sporangien wenigsporig, 15 - 25 μ . Sporen anfangs ziemlich regelmäßig zylindrisch, 3,5 - 7 x 7 - 13 μ , etwa doppelt so lang als breit, meist mit zentraler Ölkugel. Später sind die mehr oder weniger regelmäßigen zylindrischen Sporen untermischt mit sehr unregelmäßig geformten, stumpfeckigen, abgeflacht länglichen und fast kugeligen, die etwa 9 x 16 (18) μ groß sind. Gemmen in älteren Kulturen vorhanden. Sie erreichen etwa die Größe der größten Sporen und sind von länglicher oder mehr kugeliger Gestalt. Zygoten unbekannt. Geruch nicht ausgeprägt. Typisch sind die langen dünnen, ziemlich hinfalligen Träger und die anfangs zylindrischen, später sehr unregelmäßig geformten Sporen.

Deutschland, in verschiedensten Böden, pH-Bereich 4,2 - 6,9 (Linnemann 1941 und spätere Funde); Italien, Vizzavona, 1160 m, unter *Fagus sylvatica*; Sizilien, Ätna, 600 m, besonders häufig in 1820 m Höhe unter *Genista aetnensis* (spätere eigene Funde); Nordschweden, Abisco (Linnemann 1958); Mexico, mehrere Standorte (Linnemann 1958).

var. *subtilis* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 43

Träger immer unverzweigt, dabei viel zarter und hinfalliger, 60 - 500 μ lang, von 3 - 5 auf 2 μ verschmälert. Sporen durchschnittlich kleiner. Nach wiederholtem Kultivieren und häufigem Umpflanzen einige kräftigere Träger (von ca. 8 μ auf ca. 5 μ verschmälert). In Erde, Gewächshaus.

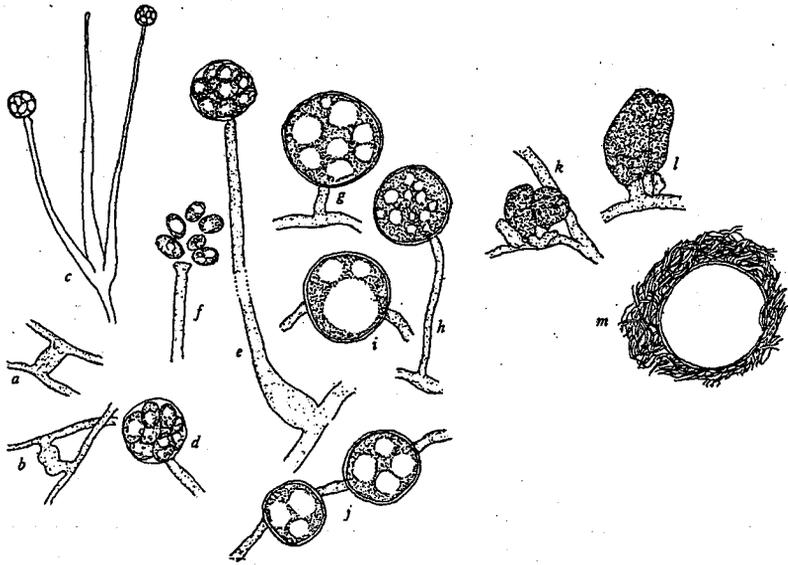


Abb. 109. *Mortierella gemmifera*; a, b vegetative Anastomosen, c-e Sporangienträger, f entleertes Sporangium, g-j Gemmen, k-m Zygotenbildung (n. Ellis 1940)

61. *Mortierella gemmifera* Ellis 1940

Trans. Brit. Myc. Soc. 24, 95 (Abb. 1) Abb. 109

M. "Ellis" Linnemann 1941

Substratmycel unausgeprägt. Luftmycel auf Brot dicht, wattig; auf Malzagar Tendenz zu submerserem Wachstum, unregelmäßig, gelappt (nach Linnemann 1941 locker, ziemlich gleichmäßig, ca. 1,5 cm hoch). Sporangienträger gewöhnlich unverzweigt, manchmal cymös verzweigt (Linnemann 1941, unverzweigt), 100 - 300 μ lang (Linnemann 1941: bis 600 μ lang), von 10 - 25 μ an der Basis auf 5 - 8 μ an der Spitze verschmälert. Sporangien nicht reichlich, kugelig, 20 - 30 μ , mit zerfließender Membran, ohne Kragen. Sporen elliptisch, 10 - 12 μ (Linnemann 1941: kurz oval bis kugelig, einige abgeflacht, mit oder ohne Öl, 9 - 11 x 14 - 16 μ). Gemmen sehr charakteristisch, kugelig, dünnwandig, 35 - 50 μ , terminal auf zarten kurzen Stielen, aufrecht, oder interkalar im submersen Mycel. Zygoten ziemlich spärlich auf Malzagar (Linnemann 1941: auffallend reichlich, mit der Hyphenhülle bis 1 mm und mehr), reichlicher auf Maismehl- und Czapek-Agar, farblos glattwandig, 100 - 150 μ , durch eine dicke Hyphenhülle 0,5 mm und mehr (Geruch nach Linnemann 1941: nicht typisch).

England, in *Pinus silvestris*-Bestand bei Nottingham, pH 4,0; Deutschland, mehrmals, besonders in Coniferen-Streu, pH 4,0 - 5,2; Österreich, Ötztal, Kampfzone des *Pinus cembra*-Waldes, pH 4,9; Nordschweden, Abisco (Linnemann 1958).

62. *Mortierella exigua* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 44 (Abb. 46) Abb. 110

Substratmycel spitzbogig klein- bis großlappig oder auch unausgeprägt. Luftmycel weiß, ziemlich dicht, gleichmäßig. Träger sehr fein und dünn, anfangs manchmal sehr spärlich, in älteren Kulturen häufiger, bis 300 μ lang und von 5 μ auf 1 - 1,5 μ verschmälert. Verzweigung meist nicht vorhanden, sehr selten ein Seitenast. Sporangien kugelig, 10 - 12 (15) μ , mit zerfließender Membran. Sporen gedrunge oval oder auch kugelig, mit oder ohne zentrale Ölkugel, 5 - 7 μ , oder auch ca. 5 x 7 μ , ziemlich gleichmäßig. Bei einem Stamm erreichte die Größe 10 μ , die Form war häufig zylindrisch (bei diesem Stamm war auch das Mycel spärlich im Gegensatz zu den übrigen). Gemmeartige kugelige oder halbkugelige Zellbildungen im Mycel, mit dichtem, gekörntem Inhalt und an verschiedenen Stellen hervorwachsenden Hyphen, bis 20 μ . Zygoten nicht beobachtet. Geruch meist nicht mortierellenartig.

Deutschland, meist in kalkhaltigen Böden im pH-Bereich 6 - 7,4 (Linnemann 1941 und spätere Funde). Frankreich, St. Guilhem-le-Désert (Linnemann); Mexico, 2700 m, unter *Abies religiosa* (Linnemann 1958).

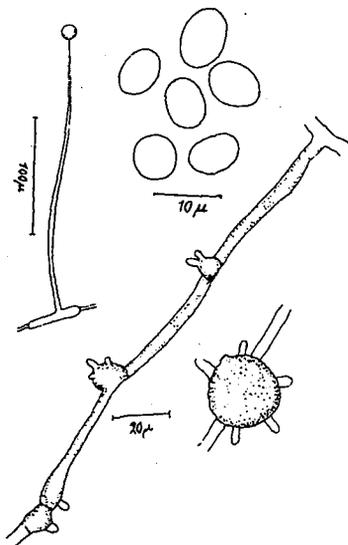


Abb. 110. *Mortierella exigua* (n. Linnemann 1941)

Anhang (unsichere Art)

Mortierella striospora K. B. Deshpande & Mantri J. M. 1964

Mycel auf Kartoffel-Dextrose-Agar stark entwickelt, wattig. Sporangienträger unverzweigt, zur Spitze leicht verschmälert, 1 - 1,9 x 21 - 32 μ , mit Rhizoiden an der verschmälerten Basis. Sporangien kugelig, 69 - 128 μ . Sporen elliptisch, hellbraun, mit vertikaler Streifung, 10 - 11,5 x 15 - 28 μ . Zygoten homothallisch, in 3 Wochen alten Kulturen mit dickem Hyphenmantel, braun bis schwarz, 160 - 194 μ .

Indien, auf Bohnenschalen.

H. Sectio *Hygrophila*

Die große Variabilität der Hauptart dieser Gruppe bewirkt eine ziemliche Schwierigkeit in der Abgrenzung einiger anderer Arten. Eine gewisse Verwirrung brachte auch die häufige Verwechslung mit *M. candelabrum*, die wohl auf der unterschiedlichen Ansicht über den Begriff "kandelaberartig" beruht. Jedoch ist *M. candelabrum* sehr gut u. a. durch das Vorhandensein von Stielgemmen charakterisiert. Die in Indien kultivierten Arten der Gattung *Mortierella* zeigen häufig ungewöhnliche Anomalien, die vermutlich auf das warme und feuchte Klima zurückzuführen sind. Das gilt auch für die aus Indien beschriebene *M. sterilis*, die von den Autoren in die Sekt. *Hygrophila* eingeordnet wurde. Meines Erachtens hat sie gewisse Eigentümlichkeiten mit *M. mutabilis* gemeinsam, so daß ich sie in diese Sektion gestellt habe.

Zu dem ungewöhnlichen Habitus indischer *Mortierellen* gehören z. B. fingerartige Protuberanzen aus oder an Stelle der Columellen oder auch der Reichtum an sterilen Ästen. Auffallend ist das verhältnismäßig häufige Auftreten brauner Sporangien.

1. Sporangienträger oder auch nur das Sporangium gefärbt (12)
Luftmycel einschließlich der Träger weiß (2)
2. Sporen fein bestachelt 63. *M. echinula* (S. 220)
Sporen glatt (3)
3. Im Luftmycel Gemmen in kettenförmiger Anordnung (4)
Mycel ohne solche Gemmen (5)
4. Sporangienträger ohne Rhizoiden, Sporangien 30 - 35 μ 64. *M. zychae* (S. 221)
Träger mit Rhizoiden, Sporangien 40 - 70 μ 65. *M. brachyrhiza* (S. 222)
5. Träger mit Rhizoiden (6)
Träger ohne Rhizoiden (7)
6. Träger mit reichverzweigten Rhizoiden 66. *M. mundensis* (S. 223)
(Träger mit sehr kurzen Rhizoiden vgl. auch 65. *M. brachyrhiza*)

7. Sporen länglich (8)
 Sporen \pm kugelig (10)
8. Sporen 2 - 3 x 4 μ , Träger reich verzweigt mit spitzwinkligen Ästen . 67. *M. jenkini* (S. 224)
 Sporen größer (9)
9. Sporen ca. (3,7) 4,5 - 6 x 10,5 - 12 (15) μ , Gemmen nicht vorhanden
 68. *M. allahabadensis* (S. 224)
 (Sporen von ähnlicher Größe, Gemmen manchmal vorhanden vgl. 75. *M. wolffi*)
 Sporen 4 - 5 x 6 - 9 μ , Träger ausgeprägt cymös-symptodial verzweigt mit spitzwinkligen
 Ästen 69. *M. bainieri* (S. 225)
10. Sporen groß, bis über 20 μ , Verzweigung meist reich cymös-symptodial
 70. *M. hygrophila* (S. 226)
 Sporen kleiner (11)
11. Sporen ca. 3 - 4 μ , Gemmen vorhanden 71. *M. debilis* (S. 229)
 (Sporen ca. 2 - 3 μ , Gemmen fehlend siehe 47. *M. gracilis*)
12. Sporangienträger schokoladenbraun 72. *M. nigrescens* (S. 229)
 Träger gelbbraun 73. *M. mairei* (S. 230)
 Sporangien braun 74. *M. chitrakootensis* (S. 230)

63. *Mortierella echinula* Linnemann 1953

Ztrbl. Bakt. II, 107, 229 (Abb. 6) Abb. 111

Substratmycel unregelmäßig, nicht ausgeprägt oder auch in Zonen oder größere Lappen aufgeteilt. Luftmycel weiß, locker. Geruch typisch, stark. Sporangienträger anfangs unverzweigt, in älteren Kulturen reicher verzweigt mit langen, dicht über der Basis des Hauptträgers entstehenden Ästen, 250 - 500 μ lang oder auch länger, wenn ausläuferartige Lufthyphen zu Sporangienträgern werden; von etwa 15 μ an der Basis auf ca. 4 - 5 μ verschmälert, ohne Rhizoiden. Sporangien 25 - 30 μ , Membran zerfließend, meist einen deutlichen Kragen hinterlassend. Sporen ziemlich gleichmäßig, kugelig, deutlich feinbestachelt, 7 - 8 μ . Gemmen gelegentlich im Luftmycel, rundlich, 10 - 15 μ . Zygoten unbekannt.

Die Hauptmerkmale dieser Art weisen in die Sectio *Hygrophila*, in der sie durch die feinbestachelten Sporen eine Sonderstellung einnimmt. Von *M. hygrophila* unterscheidet sie sich außerdem durch die gleichmäßige kugelige Form der Sporen; von *M. mundensis* durch die kleineren Träger, Sporangien und Sporen. Stimmen auch die Maße der Träger, Sporen und Gemmen etwa mit denen von *M. traversiana* Peyronel überein, so ist der Verzweigungstyp bei *M. echinula* keinesfalls kandelaberartig, die Sporen anscheinend durchschnittlich etwas größer, nie ellipsoidisch, und die Gestalt der Gemmen mehr kugelig.

Deutschland, Ismaninger Moor b. München, pH 6,0 (Linnemann 1953).

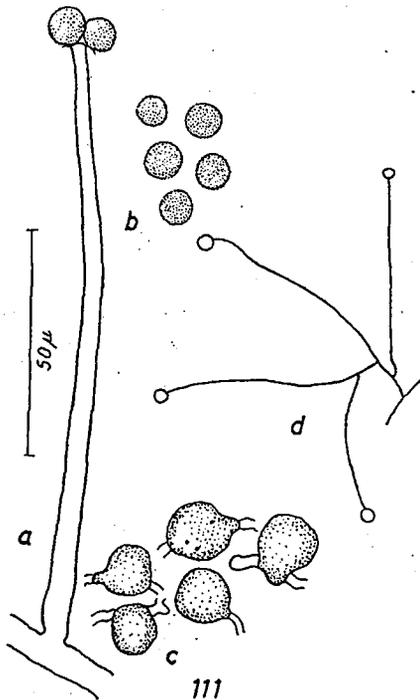


Abb. 111. *Mortierella echinula* (n. Linnemann (1953)

64. *Mortierella zychnae* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 46 (Abb. 48) Abb. 112

Substratmycel in 0,5 bis 1 cm breiten Zonen, die stellenweise etwas aufgeteilt sind. Luftmycel weiß, niedrig, häufig mit Rhizoiden. Sporangienträger sehr groß und verhältnismäßig dünn, bis 1200 μ lang, von ca. 20 auf 5 μ in der Breite zur Spitze abnehmend. Verzweigung cymös-sympodial, mit langen Ästen. Sporangien 30 - 35 μ , Membran zerfließend. Sporen oval bis fast zylindrisch, mit mehreren kleinen Öltropfen, meist 4,5 x 9 μ , aber auch z. B. 5,7 x 9,2 μ . Gemmen in kettenartigen Reihen, auffallende Nester im Mycel bildend, 16 - 35 μ , kugelig oder etwas gestreckt, mit grobkörnigem Inhalt (letzterer auch in den Hyphenstücken zwischen den Gemmen). Zygoten nicht bekannt. Geruch nicht ausgeprägt.

Deutschland, faules Aspenholz, von Zycha isoliert.

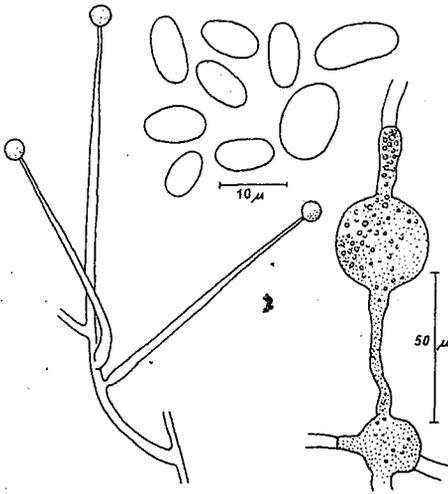


Abb. 112. *Mortierella zychae* (n. Linnemann 1941)

var. *simplex* Linnemann 1941

In Erde fand Linnemann zwei Stämme, die im wesentlichen durch die Verzweigung abweichend sind. Sie sind unverzweigt oder bilden nur einen Seitenast, der im obersten Abschnitt des Trägers entsteht und kurz bleibt. Sporangien 10 - 22 μ , Mycel großblappig.

65. *Mortierella brachyrhiza* Wolf 1954

Zentrbl. Bakt. II, 107, 532 (Abb. 11)

Substratmycel weiß, stellenweise unausgeprägt, meist streifig gestrichelt, manchmal in große Lappen aufgeteilt. Luftmycel ebenfalls weiß, das Substratmycel nur dünn und spärlich überspinnend. Sporangienträger aus dem Luftmycel entstehend, unverzweigt oder mit höchstens 1 - 3 Seitenästen, von 8 μ auf 4 μ verschmälert, bis 1500 μ lang; Basis manchmal etwas angeschwollen, häufiger Bildung kleiner Rhizoiden. Sporangien 40 - 70 μ , vielsporig, Membran zerfließend. Sporen oval oder bohnenförmig, mit Öltröpfchen, 7 - 12 μ . Gemmen in älteren Kulturen sehr häufig, immer interkalar, kettenartig angeordnet, kugelig oder länglich, 30 - 35 μ .

Steht trotz mancher Abweichungen *M. zychae* sehr nahe, worauf Wolf auch hinweist. Deutschland, an Wurzeln von Hochmoorpflanzen (Wolf 1954).

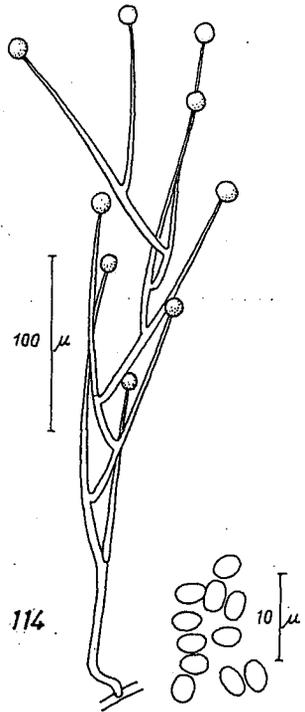
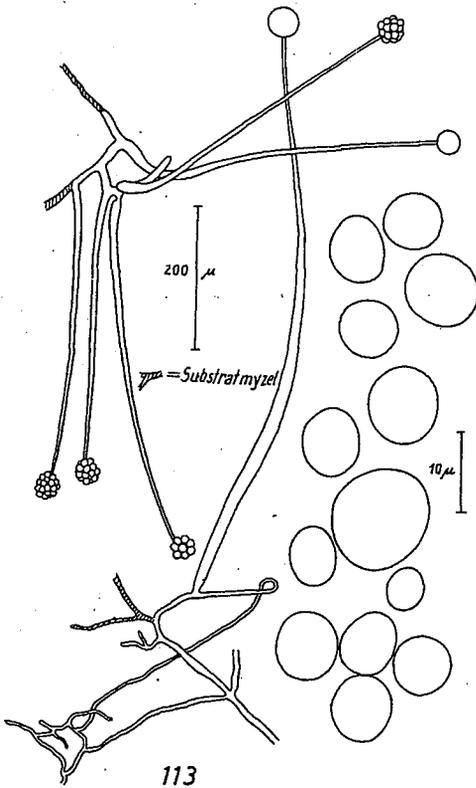


Abb. 113. *Mortierella mundensis* (n. Linnemann 1941). Abb. 114. *Mortiereua jenkini* (n. Linnemann 1941)

66. *Mortierella mundensis* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 28, 48 (Abb. 53) Abb. 113

Substratmycel nicht ausgeprägt. Luftmycel weiß, locker. Sporangienträger sehr groß, Länge bis 1 mm, Breite an der Basis ca. $12\ \mu$, an der Spitze $3 - 4\ \mu$. An der Basis der Träger reichverzweigte Rhizoiden. Häufig entstehen mehrere Träger nahe beieinander. Die Größe der Sporangienträger vermindert sich in älteren Kulturen. Verzweigung nicht vorhanden oder undeutlich cymös. Sporangien bis $35\ \mu$, Membran zerfließend. Sporen unregelmäßig kugelig bis kurz oval, mit oder ohne Öl, von sehr verschiedener Größe, $7 - 14\ \mu$. Gemmen, Stielgemmen und Zygoten nicht beobachtet. Geruch typisch mortierellenartig, anfangs sehr stark.

Eine Nachkontrolle dieser Art (1952) ergab gewisse Abweichungen von der Originaldiagnose, vermutlich als Folge des langjährigen Kultivierens. Die Träger waren nicht mehr so lang, Rhizoiden waren nicht mehr deutlich, hingegen waren zahlreiche Gemmen im Substrat.

Deutschland, auf Polyporus-Fruchtkörper, Hann. Münden (von Zycha isoliert, 1934).

67. *Mortierella jenkini* (Smith) Naumov 1935

Mucorales, Leningrad (Abb. 114)

M. bainieri var. *jenkini* Smith 1897, J. Bot. 36, 618 (Abb.) Abb. 114

Substratmycel klein-rundlappig, manchmal mit mittelgroßen Lappen und Übergang zu Zonenbildung. Luftmycel weiß, locker, gleichmäßig. Träger sehr zahlreich, anfangs sehr groß, in älteren Kulturen zum Teil viel kleiner. Länge 500 - 1000 μ , Breite von 10 - 12 auf 3 - 5 μ abnehmend, die kräftigen großen Träger nach dem Zurückweichen des Plasmas häufig mit zahlreichen Querwänden. Ohne Rhizoiden. Verzweigung cymös-sympodial mit spitzwinklig aufstrebenden, sich stark übergipfelnden Ästen; oder auch mit etwa in der Mitte des Hauptträgers zusammengedrängt entstehenden Seitenästen, die mit etwa in gleicher Höhe gebildeten Sporangien endigen, so daß ein trugdoldiges besenartiges Verzweigungssystem resultiert. Sporangien 30 - 35 μ , stark verquellend. Kragen gut sichtbar (entgegen Smith). Sporen länglich, fast zylindrisch, 2 - 2,5 x 3 - 4,5 μ , etwa 1,5 bis 2mal so lang als breit. Gemmen, Stielgemmen und Zygoten nicht beobachtet. Geruch nicht typisch.

Die von Smith aufgestellte Varietät von *M. bainieri* wurde von Naumov zur selbständigen Art erhoben. Man kann über den Verwandtschaftsgrad der beiden Formen im Zweifel sein. Jedenfalls liegt hier eine durchaus typische und beständige Form vor, die gegenüber *M. bainieri* auf ganz anderen und spezifischen Substraten zu finden ist.

England, auf feuchter Erde bei Newport von Jenkin gefunden (Smith 1897); Deutschland, mehrmals aus Walderde unter *Picea* und *Fagus*, auch von faulem Holz und von Rinde, pH 3,5 - 3,7 (Linnemann 1941).

68. *Mortierella allahabadensis* Mehrotra & Baijal 1967

B. S. Mehrotra. 1967 (Tf. 43, Abb. 8 - 15, Tf. 49, Abb. 2)

Rasen auf Hafermehl-Agar, PDA und Heu-Agar weiß, mit sehr viel Luft-hyphen. Sporangienträger aus Lufthyphen entstehend, 210 - 510 μ , meist 300 - 330 μ lang, mit oder ohne Rhizoiden, von 7,3 μ an der Basis auf 3 - 5,3 μ verschmälert; unverzweigt oder typisch gabelig mit 2 Ästen gleicher oder ungleicher Länge; manchmal auch cymös mit 2 oder mehreren Ästen, die 210 - 345 μ lang sind (an der Basis breiter). Oft kollabiert der obere Teil des Sporangienträgers bei der Reife, manchmal bleibt ein Ast steril und erreicht eine undefinierbare Länge. Sporangien kugelig, 25 - 40 μ ;

Sporangienwand zerfließend, einen Kragen am leicht vorgewölbten Trägerende hinterlassend. Sporen hyalin, oval, länglich-elliptisch bis nierenförmig, (3,7) 4,5 x 6 - 15 μ , meist 4,5 x 10,5 - 12 μ . Gemmen nicht beobachtet.

Indien, Erde (Mehrotra & Bajjal 1967)

69. *Mortierella bainieri* Costantin 1889

Bull. Soc. Myc. France, 4, 150 (Abb; Abb. auch bei Linnemann 1941) Abb. 115

M. candelabrum Bainier 1882, Thèse, Paris (nom. rejic.)

Substratmycel unausgeprägt oder auch manchmal mit angedeuteten Zonen. Luftmycel weiß, locker, kriechend, stellenweise mit feinen rhizoidenartigen Verästelungen. Sporangienträger 2 - 3 mm hoch, von 18 - 20 auf ca. 8 μ verschmälert, meist ohne Rhizoiden an der Basis. Verzweigung cymös mit langen spitzwinklig aufragenden Ästen. Sporangien etwa 50 μ , vielsporig. Membran zerfließend, einen deutlichen Kragen hinterlassend. Sporen unregelmäßig länglich bis zylindrisch, 5 - 10 μ lang. Gemmen und Zygoten unbekannt.

Eigene Versuche, verschiedene Stämme durch Gegeneinanderimpfen zur geschlechtlichen Reaktion zu bringen, blieben ohne Erfolg. Stielgemmen fand Smith (1898) bei einer Form (?), die aus feuchter Erde stammte; sie waren sehr schön bestachelt, 15 - 20 μ groß und hatten zarte etwa 40 μ lange Stiele. Obgleich *M. bainieri* schon oft beobachtet wurde, sind derartige Stielgemmen sonst nie beschrieben worden. Smith machte keinerlei Angaben über die Kulturbedingungen. Die Art ist trotz der meist sehr kurzen Beschreibung kaum zu verkennen. Typisch sind die langen cymösen Äste, die länglichen Sporen und das Vorkommen auf Basidiomyceten.

Frankreich, auf Basidiomyceten. (Bainier 1882, Costantin 1889), in Moorboden (Ling-Young 1930); Deutschland, Waldboden bei Hann. Münden (Johann 1932), in Waldböden

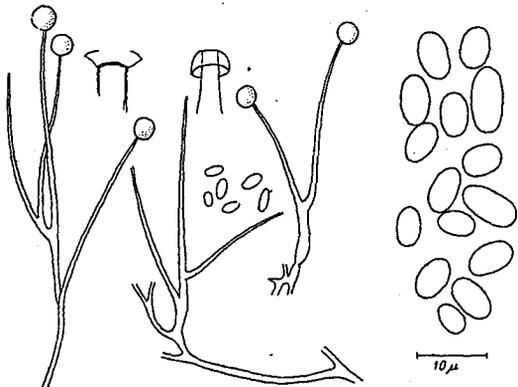


Abb. 115. *Mortierella bainieri* (n. Costantin 1889)

und auf Basidiomyceten (Linnemann 1936, 1941): Schweiz auf *Hebeloma crustuliniforme* (Lendner 1908).

Das Exudat des Mycels wirkte stimulierend auf das Wachstum abgeschnittener Mycorrhiza-Wurzeln von *Pinus sylvestris* (Pugh, P. D. 1962)

70. *Mortierella hygrophila* Linnemann 1936

Flora 130, 212 (Abb. 23) Abb. 116

Substratmycel in größeren Lappen oder in Zonen (1 - 1,5 cm). Luftmycel meist üppig, wattig, dicht oder locker, manchmal durch reich verzweigte hohe Träger flockig. Sporangienträger in der Länge sehr schwankend, bis 1 mm hoch, meist 200 - 400 μ , in alten Kulturen sehr klein, dünn und hinfällig. Breite von 5 - 12 auf 1,8 - 3,5 μ abnehmend; manchmal mit einer Querwand oberhalb einer Verzweigungsstelle; ohne Rhizoiden an der Basis. Verzweigung reichlich, meist 6 - 8, doch bis 20 Seitenäste, unausgeprägt cymös, mit meist spitzwinklig - etwa im Winkel von 45° - seltener schwachbogig aufsteigenden Ästen, die sich meist gegenseitig übergipfeln. Sporangien wenigsporig, 10 - 30 μ . Membran zerfließend, einen deutlichen Kragen hinterlassend. Sporen unregelmäßig kugelig oder etwas länglich, mit oder ohne zentrale Ölkugel, 8 - 25 μ , meist sehr groß und unregelmäßig geformt. Die Sporengröße ist bei den einzelnen "Rassen" unterschiedlich und wird auch vom Substrat beeinflusst. Gemmen vor allem in älteren Kulturen zahlreich, unregelmäßig länglich, sehr oft "zitronenförmig", d. h. mit stumpfen Ausbuchtungen an beiden Enden. Stielgemmen und Zygoten nicht beobachtet. Geruch sehr stark und typisch (knoblauchartig).

Erreger einer Mycose der Luftwege eines Schreibussards. (Hörter & Hunsteger 1962).

Deutschland, in Waldböden und kultivierten Böden, vor allem in Komposterde, aber auch auf Basidiomyceten, pH-Werte zwischen 4 und 7, sehr häufig (Linnemann 1941); spätere eigene Funde aus etwa 30 Erdproben, überwiegend mit pH 4 - 5, (meist auf Buntsandstein-Waldböden); Frankreich, Korsika, Aitone-Wald, Valdo-Niello, Mischwald (Linnemann).

Die Vielgestaltigkeit dieser Art, die sich besonders in der Länge der Träger, dem Grad der Verzweigung und der verschiedenen Dichte des Mycels ausdrückt, könnte leicht zur Aufstellung von Varietäten führen. Ich beobachtete z. B., daß die aus sauren Böden (pH = 4) isolierten Stämme spärlicher in der Sporenzahl, Sporangienzahl und Verzweigung waren. Aber die einzelnen Formen lassen sich immer durch Übergänge verbinden. Im folgenden seien jedoch einige Stämme geschildert, die in ausgeprägterem Maße abweichend sind.

Forma a: Substratmycel zonig (ca. 1,5 cm). Luftmycel sehr spärlich. Sporangienträger wenig verzweigt, bis 300 μ lang, meist 150 - 160 μ . Sporangien gewöhnlich nur mit 1 - 2 verhältnismäßig zarten und dünnwandigen Sporen. Gemmen zahlreich. Geruch nicht typisch, eigenartig scharf.

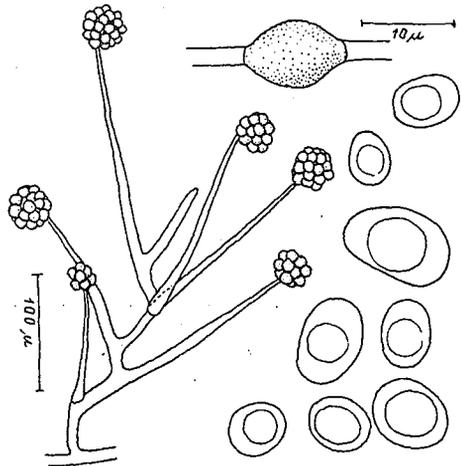


Abb. 116. *Mortierella hygrophila* (n. Linnemann 1936)

Abweichend vor allem durch die spärlich verzweigten, durchschnittlich sehr zarten Träger, die geringe Sporenzahl und den scharfen Geruch.

Deutschland, Erde, Buchenbestand bei Hann. Münden, pH 4,1 (Linnemann 1941).

Forma b: Träger nur vereinzelt cymös verzweigt. Meist entstehen die Seitenäste nahe zusammengedrängt im untersten Teil des Hauptträgers. Geruch schwach laubartig, nicht typisch.

Deutschland, Fichtenbestand bei Hann. Münden, pH 5,2 (Linnemann 1941).

var. *minuta* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 50 (Abb. 54) Abb. 117

Substratmycel in mittleren oder großen Lappen wie auch in großen oder schmalen Zonen. Luftmycel spärlich, locker, später zusammensinkend. Sporangienträger ziemlich gleichmäßig hoch, etwa 90 - 110 μ lang, von 4 - 5 μ auf 1,5 - 2 μ verschmälert. Verzweigung sehr oft nicht vorhanden, manchmal 1, selten 2 Seitenäste, die dann cymös angeordnet sind und meist ziemlich tief entstehen. Sporangien fast nur 1-3sporig. Sporen kugelig oder fast kugelig, mit oder ohne Öl, im Vergleich zum Träger sehr groß, 9 - 18 μ , sehr fein punktiert. Gemmen sehr zahlreich, dem Typus entsprechend, im Luft- und Substratmycel, sehr verschieden groß, oval oder zitronenförmig, bis ca. 25 μ breit und ca. 35 μ lang. Zygoten nicht beobachtet. Geruch mortierellenartig, stark.

Die Eigenschaft der Mucorineen, insbesondere auch der Mortierellen, in älteren Kulturen, d. h. unter ungünstigen Bedingungen, kleine Träger zu bilden, hat sich hier wahrscheinlich

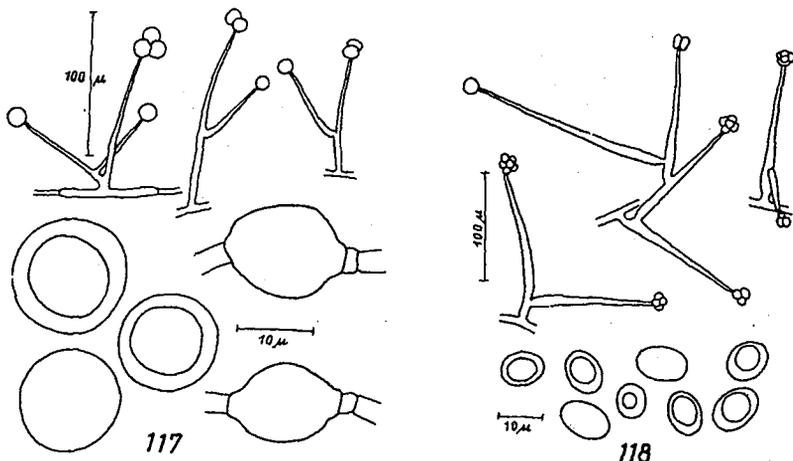


Abb. 117. *Mortierella hygrophila* var. *minuta* (n. Linnemann 1941). Abb. 118. *Mortierella hygrophila* var. *rosularis* (n. Linnemann 1958)

festgelegt. Es ist schwer, diese Varietät immer einwandfrei von den zahlreichen *hygrophila*-Spielarten abzutrennen. Jedoch wurden bei anfangs identisch erscheinenden Formen neben den meist sehr kleinen Trägern auch kräftige und mehrfach verzweigte gebildet. Dazu kommen einige andere Abweichungen, im Geruch, Mycel und im Fundort.

Deutschland, zweimal auf Komposterde, pH 6,3 und 6,7 (Linnemann 1941) unter *Abies alba* bei Weinheim, pH 5,0; unter *Larix* auf gedüngtem Streubeet pH 4,0; Holland, Hooge Veluwe, unter *Juniperus* und *Pinus*, pH 5,3; Nordschweden, Kartoffelfeld bei Soppero, pH 5,3; Schweiz, Muottas Muraigl unter *Juniperus nana* (Linnemann 1958).

var. *rosularis* Linnemann 1958

Arch. Mikrob. 30, 266 (Abb. 3) Abb. 118

S u b s t r a t m y c e l kleinlappig-rosettig, z. T. fast strahlig. L u f t m y c e l fein, gleichmäßig, ziemlich dicht. Hyphen 6 - 7 µ breit, außerordentlich öleereich. G e r u c h meist nicht, nur manchmal schwach typisch. S p o r a n g i e n t r ä g e r gewöhnlich zerstreut und hinfällig, etwa zwischen 150 und 430 µ hoch, meist niedrig. V e r z w e i g u n g sympodial, häufig nur 1 - 2 Äste. S p o r a n g i e n wenigsporig, etwa 20 - 25 µ. S p o r e n meist kurz-oval, seltener halbseitig abgeflacht oder auch ± kugelig, 7,5 bis 14 µ, häufig mit zentraler Ölkugel. G e m m e n und Z y g o t e n nicht beobachtet.

Das auffallend rosettig ausgebildete Mycel ist für *M. hygrophila* ungewöhnlich; der meist fehlende typische Geruch, die fehlenden Gemmen und die Zartheit der Träger unterstreichen gleichfalls die Abweichung von der Hauptform.

Schweiz, Gorner Grat, Erde an der Baumgrenze von *Pinus cembra* u. *Larix decidua*, 2300 m ü. M., pH 5,6 (Linnemann 1958).

71. *Mortierella debilis* Wolf 1954

Zbl. Bakt. II, 107, 523 (Abb.)

S u b s t r a t m y c e l fein, weiß, feucht, rosettenförmig, kleinlappig, manchmal schwach zonig. Luftmycel nicht sehr dicht, das Substratmycel leicht überspinnend. S p o r a n g i e n t r ä g e r aus dem Luftmycel entspringend, 200 - 400 μ lang, 3 - 4 μ dick, nach oben kaum verschmälert; Ansatzstelle manchmal etwas verdickt; unregelmäßig und unausgeprägt, meist sympodial mit höchstens 5 Seitenzweigen verzweigt, manchmal unverzweigt, etwas hinfällig. Gelegentlich haben die Träger kurz über der Ansatzstelle an den Lufthyphen eine Querwand. S p o r e n oval, 3 x 3,5 - 4 μ . G e m m e n länglich, manchmal zitronenförmig, etwa so groß wie die Sporangien, immer interkalar, manchmal mit Öltröpfen gefüllt. Z y g o t e n nicht beobachtet. G e r u c h stark knoblauchartig.

An *Vaccinium*-Wurzeln.

var. firmior Wolf 1954. Von der Hauptart nur durch das Auftreten blasenförmig bis auf 30 μ geschwollener Träger in ihrem unteren Teil unterschieden.

Wolf ordnete diese Art in die Sektion Minutissima. Wegen der bis 400 μ hohen Träger paßt sie jedoch besser in die Sektion Hygrophila.

72. *Mortierella nigrescens* van Tieghem 1876

Ann. Sc. Nat. 6., Sér., 4, 380 (Tf. 13, Abb. 91) Abb. 119

M y c e l auf *Agaricus*-Fruchtkörper entwickelt, sehr dicht, Hyphen bis 10 - 12 μ dick. Im Luftmycel mit klauenartig verästelten Rhizoiden, die manchmal andere Lufthyphen umgreifen und aus denen auch die Zygotenbildung ihren Anfang nimmt. Mycel reich an Anastomosen, besonders in Nachbarschaft der Rhizoiden. S p o r a n g i e n t r ä g e r zerstreut und selten, ohne Rhizoiden aus dem Luftmycel entstehend, bis 1,5 mm hoch, in der Dicke von der Basis zur Spitze abnehmend; Membran cutikularisiert, verdickt sich und wird gelblich, bräunlich und schließlich schokoladenbraun. Gleichzeitig bilden sich Querwände. V e r z w e i g u n g cymös, an *M. candelabrum* erinnernd; der erste Seitenast entsteht etwa 1/3 Trägerlänge über der Basis. S p o r a n g i e n vielsporig, nach Fischer (1898) bis 100 μ . Membran zerfließend, einen kleinen oder großen Krügerrest, der manchmal nach unten umgestülpt ist, hinterlassend. Das vorgewölbte Trägerende zeigt oft einen kleinen glänzenden Knopf. S p o r e n zylindrisch, etwas nierenförmig oder auch unregelmäßig, 3 - 4 x 6 - 8 μ . G e m m e n und S t i e l g e m m e n nicht beobachtet. Z y g o t e n unterhalb der dichten Myceldecke, unmittelbar über dem Substrat am häufigsten. Sie erscheinen zunächst als weiße Kügelchen, die dann gelblich und schließlich schokoladenbraun werden. Die Zygoten selbst sind farblos bis gräulich, mit einer glatten knorpeligen Membran

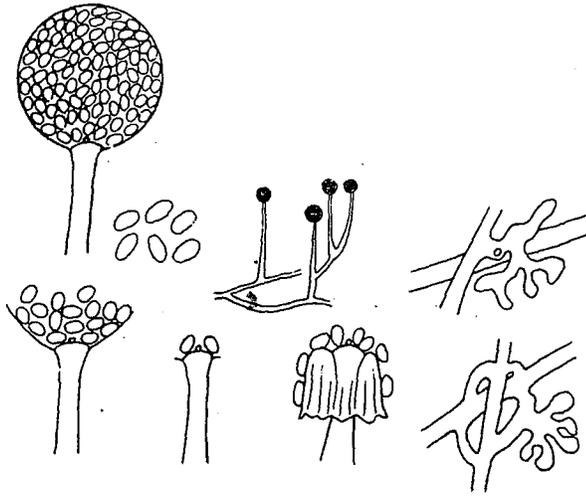


Abb. 119. *Mortierella nigrescens* (n. van Tieghem 1876)

versehen, 100 - 125 μ . Die gesamte "Carpospore" ist etwa 250 μ groß. Die aus Rhizoiden der Lufthyphen entstehenden Gametangien sind keulenförmig angeschwollen und wie Zangen aufeinander zugekrümmt. Die Zygoten keimen in feuchter Luft nach etwa 14 Tagen mit einem Sporangienträger, der noch einen Seitenast abgibt.

Frankreich, auf Basidiomyceten-Fruchtkörpern (van Tieghem 1876); Deutschland, auf *Paxillus* bei Breslau (Schröter 1886).

73. *Mortierella mairei* Vuillemin 1918

Bull. Soc. Myc. France, 34, 41 - 46 (Abb. 1 - 3)

Diese Form hatte sich auf *Ustulina maxima* nahe bei Nancy entwickelt und wurde von V. nach einem Präparat studiert, das ihr Finder M. Maire im Jahre 1900 machte. V. stellt sie in die Nachbarschaft von *M. baimieri* und *M. nigrescens*. Die Sporangienträger und Sporen hatten eine braune Farbe, von der Vuillemin annimmt, daß sie durch das besondere Substrat verursacht wurde. V e r z w e i g u n g cymös wie bei *M. nigrescens*, aber weniger kandelaberartig als reisigbesenartig, weil die Äste sich schon nahe ihrer Entstehungsstelle aufrichten. S p o r e n anfangs fast kugelig, später etwas länglich (Länge zu Breite maximal = 1,2, bei *M. nigrescens* 1,4 bis 1,8). Sporen sehr derbwandig, die Wandstärke erreicht fast 0,5 μ . (Zweifelhafte Art).

74. *Mortierella chitrakootensis* B. S. Mehrotra, 1967

R a s e n auf Hafermehl-Agar und Heuextrakt-Agar weiß, flockig, 2 mm hoch, mit reichlich Lufthyphen. S p o r a n g i e n t r ä g e r aufrecht, zart,

bis 5 mm lang, gewöhnlich ohne Rhizoiden, von 3,5 - 10,5 (14) auf 5,25 - 7 μ verschmälert, unverzweigt oder cymös. Sporangien kugelig, braun, 30 - 76, meist 50 μ . Membran zerfließend, einen kleinen Kragen an der Basis des vorgewölbten Trägerendes hinterlassend. Sporen unregelmäßig in Größe und Gestalt, kugelig, ellipsoidisch, nierenförmig oder eckig, mit oder ohne Ölkugeln, 5,2 - 13 x 6 - 22,5, meist 7,5 - 9 x 10 - 12 μ , beim Altern Ketten von kugeligen Gemmen im Luftmycel.

Indien, Erde in Chitrakoot, pH 6,5 (B. S. Mehrotra 1967)

J. Sectio Mutabilis

In dieser Sektion wurden Arten untergebracht, welche relativ variabel sind und Beziehungen zu den Sektionen Polycephala, Hygrophila und Spinosa aufweisen.

1. Sporangienträger mit Rhizoiden (2)
Träger ohne Rhizoiden (3)
2. (Träger mit apophysenartiger Verbreiterung des obersten Teiles, aus der kurze Seitenäste entstehen, vgl. 29. *M. ambigua*)
Träger ohne solche Verbreiterung, sonst vorher genannter Art sehr ähnlich
..... 75. *M. wolfii* (S. 231)
3. Sporangien farblos, Sporen unregelmäßig stumpfeckig-kugelig oder auch etwas länglich 76. *M. mutabilis* (S. 232)
Sporangien braun, Sporen veränderlich, gewöhnlich oval bis nierenförmig
..... 77. *M. sterilis* (S. 233)

75. *Mortierella wolfii* Mehrotra & Baijal 1963

Mycopath. Mycol. applic. 20, 51 (Abb. 11 - 21) Abb. 120

Rasen auf Hafermehl- und PDA-Agar farblos, mit submersem Mycel und Lufthyphen, nicht gelappt. Sporangienträger mit Rhizoiden aus dem Luftmycel entstehend; 90 - 407 μ lang, von 11 - 20 μ an der Basis auf 3,3 - 5,5 μ zur Spitze hin abnehmend; selten einfach, meist verzweigt. Äste 7 - 19 x 6,5 μ , cymös, manchmal schneckenartig, oft in Wirteln. Die Träger können an der Entstehungsstelle dieser Äste anschwellen, aus den primären Ästen können sekundäre entstehen. Sporangien kugelig, braun, 11 - 68 μ , meist 34 μ . Die zerfließende Membran hinterläßt einen auffallenden zurückgeschlagenen Kragen. Columella fehlend. Die sekundären Sporangien etwas kleiner. Sporen ellipsoidisch bis nierenförmig, 2,2 - 5,5 x 3,3 - 13,2 μ . Gemmen selten beobachtet, von verschiedener Gestalt.

Indien, sandiger Boden, Rajasthan.

Die Autoren ordneten diese Art in die Sektion Minutissima, wohin sie aber wegen der zu langen Träger nicht paßt. Da die Verzweigung sowohl monopodial wie sympodial ist reihe ich sie mit gewissem Vorbehalt in die Sektion Mutabilis.

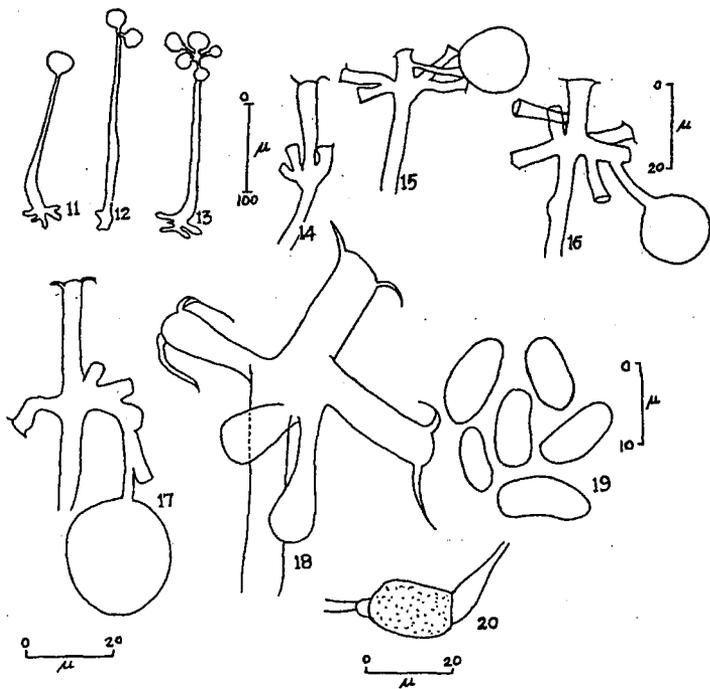


Abb. 120. *Mortierella wolfii*; 11-18 Sporangienträger mit wirteligen Seitenästen, 19 Sporen, 20 Gemme (n. Mehrotra & Bajjal 1963)

76. *Mortierella mutabilis* Linnemann 1941

Pflanzenf. H. 23, 51 (Abb. 56) Abb. 121

Substratmycel großlappig bis zonig, unregelmäßig, Hyphen 2 - 13 μ dick. Das Mycelbild wird durch das Vorhandensein von Rhizoiden mitbestimmt. Luftmycel weiß, locker, flockig, ziemlich gleichmäßig, bis 1,5 cm hoch. Sporangienträger kräftig, von 13 - 20 μ auf 3 - 6,5 μ verschmälert; Länge 300 - 500 μ . Die kräftigen Hauptträger haben ein bis mehrere kurze, unregelmäßig angeordnete Seitenäste unterhalb des Hauptsporangiums. Öfters wächst ein Seitenast zu einem längeren sterilen Faden aus. Meist entstehen in cymöser (monopodiale oder sympodiale) Anordnung - oft bogenförmig aufsteigende - Verzweigungssysteme aus einem Seitenast. Sporangien 20 - 45 μ . Sporangien und Träger manchmal nur im jungen Zustand gut erkennbar, da sie nach wenigen Tagen im Gewirr der Lufthyphen, der Anastomosen und der in Flüssigkeitsabsonderungen gekeimten Sporen schlecht sichtbar sind. Sporen unregelmäßig stumpfeckig

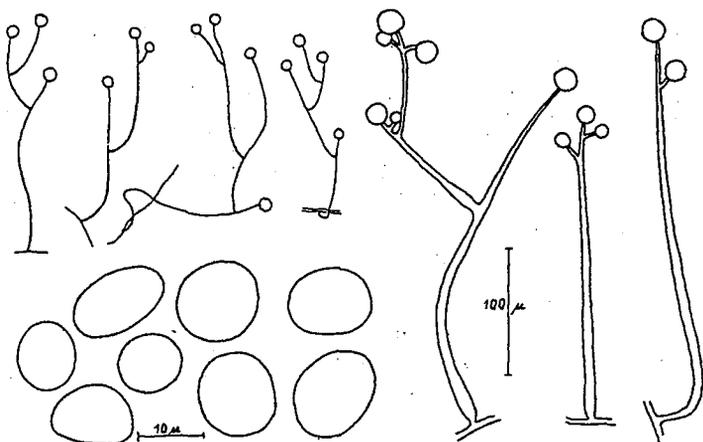


Abb. 121. *Mortierella mutabilis* (n. Linnemann 1941)

kugelig oder auch etwas länglich, ca. 7 - 11 μ . Gemmen nicht häufig, 8 - 10 μ , unregelmäßig stumpfeckig-kugelig. Stielgemmen und Zygote nicht beobachtet. Geruch undeutlich.

Deutschland, unter Fichten, pH 5,3; in Kompost (mehrmals) pH 6,3 (Linnemann 1941); Schweiz, Heutal, 2700 m, pH 4,2; Frankreich, unter *Quercus pubescens* Grenoble, pH 6,5 (Linnemann, spätere Funde); England (Webster 1950).

77. *Mortierella sterilis* B. S. Mehrotra & B. R. Mehrotra, 1964

Ztrbl. Bakt. II, 118, 178 (Abb. 1 - 10)

Rasen auf Kartoffel-Dextrose-Agar, Hafermehl-Agar und Malz-Agar weiß, flockig, nur auf PDA gelappt. Sporangienträger aus Substrat- und Luftmycel entstehend, ohne Rhizoiden; Verzweigung cymös. Träger 60 - 540 μ lang, durchschnittlich 255 μ , von 4,4 - 11 μ an der Basis auf 2,2 - 4,4 μ an der Spitze verschmälert, oft mit quirligen sterilen Ästen, von denen sich manchmal 1 oder 2 später verlängern und mit einem Sporangium enden. Sporangien kugelig, braun, 15 - 38 μ , mit zerfließender Membran, einen Kragen an der kleinen, kugelig vorgewölbten Columella hinterlassend. Manchmal wachsen aus der Spitze des Trägers 1 oder 2 fingerartige Protuberanzen aus, manchmal bleibt der Sporangienträger am Ende auch fast flach. Sporen veränderlich, aber gewöhnlich oval bis nierenförmig, manchmal mit einem oder mehreren Öltröpfchen in der Mitte, 2,2 - 6,6 x 4,4 - 12,2 μ , durchschnittlich 6,6 x 4,4 μ . Zahlreiche Anastomosen und deutliche Hyphenknoten mit reichem Ölgehalt wurden beobachtet. Zygote nicht gefunden.

Indien, Ackerboden in Allahabad, pH 7,5; Waldboden in Rewa, pH 7 (Mehrotra & Mehrotra 1964).

K. Sectio Spinosa

Diese Sektion ist bisher nur durch zwei Arten eindeutig vertreten. Die auch trugdoldige *M. candelabrum* gehört wegen der Anwesenheit von Stylosporen und wegen anderer Merkmale zweifellos zur Sektion Polycephala. Die von Peyronel beschriebene *M. traversiana* wird mit einem gewissen Vorbehalt hier eingeordnet.

1. Sporen bestachelt 78. *M. traversiana* (S. 234)
Sporen glatt (2)
2. (Sporangienträger ausgeprägt kandelaberartig, Äste meist unter der Mitte ansetzend, Verzweigung ausgeprägt cymös, Stylosporen vorhanden, vgl. 27. *M. candelabrum*)
Träger meist über der Mitte ansetzend, Stylosporen fehlend (3)
3. Sporen 2,5 - 3 μ 79. *M. parvispora* (S. 234)
Sporen 6 - 12 μ 80. *M. spinosa* (S. 236)

78. *Mortierella traversiana* Peyronel 1913

Diss. Padova

Mycel ausgebreitet, zart, weiß. Sporangienträger aufrecht, von unten nach oben verschmälert, 6 - 8 μ dick, 100 - 700 μ lang, einfach oder verzweigt. Äste racemös gegenübergestellt; nach oben auch verschmälert, alle mit einem Sporangium abschließend. Sporangien kugelig, 15 - 40 μ , glatt. Sporen kugelig oder (unter Druck) vieleckig, 4 - 7 μ , selten ellipsoidisch, bis 7 x 12 μ , hyalin, mit bestachelter Membran. Gemmen rhombisch oder ellipsoidisch, mit feingekörneltem Inhalt, hyalin, glatt, mit dicker Membran, 9 - 12 x 14 - 15 μ . Stielgemmen und Zygoten unbekannt.

Die racemöse Verzweigung rechtfertigt die Einordnung in die Sektion Spinosa, da *M. spinosa* und *M. parvispora* überwiegend racemös verzweigt sind, wenn auch z. T. cymös. Italien, Alpi Cozie, 2886 m, Luftkeim (Peyronel 1913).

79. *Mortierella parvispora* Linnemann 1941

Pflanzenf., H. 23, 53 (Abb. 58) Abb. 122

Substratmycel spitzkleinlappig, gelegentlich Abweichungen zu runderen kleinen Läppen, zu Zonen oder auch zur Unausgeprägtheit. Luftmycel weiß, zart, gleichmäßig, nicht sehr dicht und reich. Sporangienträger zahlreich, ohne Rhizoiden aus dem Luftmycel entstehend, Länge bis 600 μ , aber meist viel kleinere Träger, besonders in älteren Kulturen (Dicke vor 4 - 12 (17) μ auf 1 - 3 μ abnehmend). Verzweigung racemös, cymös oder beides vermischt. Gewöhnlich mit einem leicht bogig aufsteigenden Hauptträger und etwa in oder etwas über seiner Mitte entsprin-

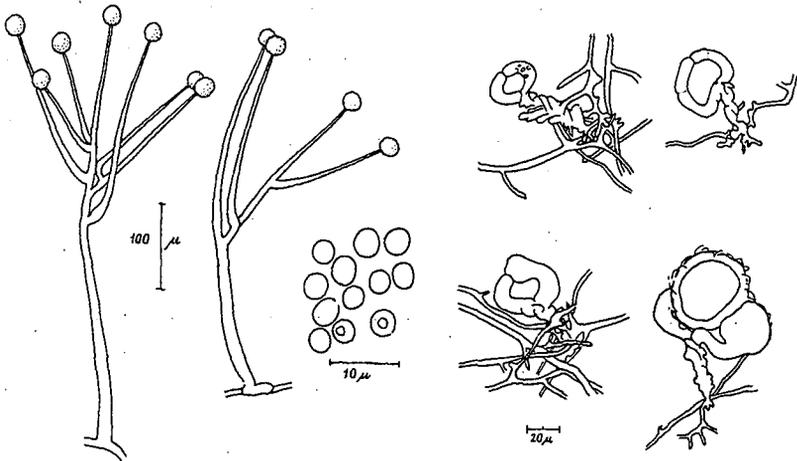


Abb. 122. *Mortierella parvispora* Sporangienträger und Sporen (n. Linnemann), Zygotenbildung (n. Gams & Williams 1963)

genden Seitenästen. Manche Seitenäste übergipfeln den Hauptträger ein wenig. Im ganzen gibt das Verzweigungssystem den Eindruck einer Trugdolde, da alle Sporangien etwa in gleicher Höhe gebildet werden. Sporangien 20 - 35 µ, hyalin, kugelig, Wand zerfließend, einen deutlichen Kragen hinterlassend. Trägerende flach konvex in das Sporangium vorgewölbt oder auch etwas kegelförmig und dann öfters mit einer kleinen Spitze. Sporen kugelig, meist mit Öl, etwa 2,3 - 3 µ. Gemmen und Stielgemmen nicht beobachtet.

Zygoten wurden von Gams & Williams (1963) gefunden. Die Art erwies sich als heterothallisch, was bisher von einer *Mortierella* noch nicht nachgewiesen wurde. Morphologische Unterschiede der (+)- und (-)- Mycelien konnten nicht nachgewiesen werden, obwohl einige verschiedengeschlechtige Stämme deutlich differierten. Die Art der Zygotenbildung ist bisher für *Mortierella* ein ungewöhnlicher Typ und erinnert an *Pilobolus* (Krafczyk 1935). Bei dem Aufeinandertreffen einfacher Äste der (+)- und (-)-Mycelien kommt es zu einer engen Umschlingung, dann zu zangenförmig aufeinander zugekrümmten Suspensoren, von denen ungleich lange Gametangien abgegliedert werden. Das längere schwillt keulen- bis kugelförmig an, während das kürzere kollabiert. Der keulenförmige Suspensor persistiert an der reifen Zygote. Während der Reife bleibt die Zygote hyalin und glattwandig. Sie erreicht eine Größe von 30 - 50 µ, die Wand wird bis 3 µ dick; sie ist in der Regel nackt, nur auf einigen Nährböden wurde eine lose Umhüllung von 2 - 3 Hyphen beobachtet, die aber weder vom Suspensor noch von den sich umschlingenden Hyphen stammten. Die Zygotenbildung, welche bei pH 4 - 6 des Substrates beobachtet wurde, ist vom Licht unabhängig, Temperaturoptimum 18°C.

Deutschland, aus Erde bei Hann. Münden, pH 5,2 (Linnemann 1941); 20 eigene spätere Funde aus Böden mit pH 3,4 - 4; England, aus mehreren Horizonten von Eisen-Humus-

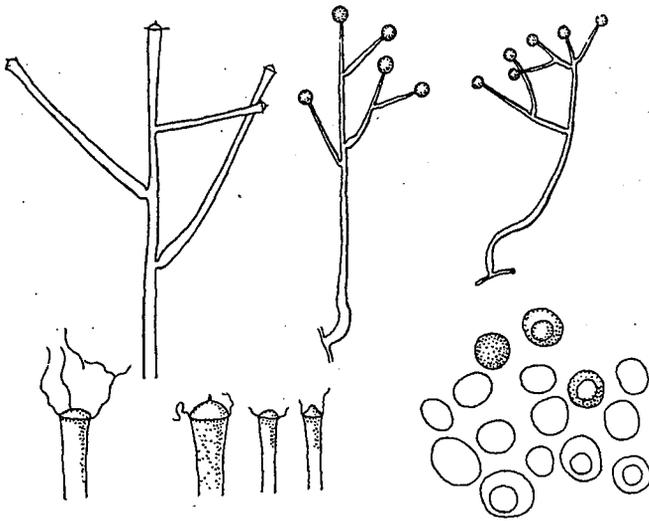


Abb. 123. *Mortierella spinosa* (n. Linnemann 1936)

Podsol als häufigste *Mortierella*-Art (Gams & Williams 1963); vorherrschend in sauren Sand-Dünen-Formationen (Brown 1958); aus Boden einer Salzmarsch bei Gibraltar (Turner & Pugh 1961).

80. *Mortierella spinosa* Linnemann 1936

Flora 130, 214 (Abb. 24) Abb. 123

Substratmycel in etwa 1 cm breiten Zonen oder auch stellenweise in Lappen aufgeteilt. Luftmycel bis 0,5 cm hoch, weiß, locker, manchmal mit Rhizoiden. Träger bis 500 μ lang und von 10 - 18 μ Breite auf 2 - 6 μ verschmälert. Verzweigung racemös, manchmal mit wiederum verzweigten Seitenästen. Äste anfangs kurz und spärlich, dadurch *M. polycephala* gleichend; oder auch länger, erst fast senkrecht herauswachsend, dann leicht bogig aufsteigend und in diesem Verzweigungstyp an *M. candelabrum* erinnernd. Sporangien hyalin, etwa 35 μ , Membran zart, zerfließend oder zerreißend, oft große Reste als Kragen hinterlassend. Die der Columella entsprechende Vorwölbung kann etwas kräftiger als gewöhnlich bei den Mortierellen sein, manchmal ist sie etwas kegelförmig und mit einem dornigen Fortsatz versehen. Sporen unregelmäßig kugelig bis etwas länglich, 6 - 12 μ , mit oder ohne zentrale Ölkugel. Gemmen nicht häufig, fast kugelig, bis etwa 20 μ . Stielgemmen und Zygoten unbekannt. Geruch nicht immer typisch (knoblauchartig).

Diese Art ist schwer zu identifizieren. Die Träger erscheinen vielfach nur spärlich, sie sind oft mit nur einem, bald kürzeren, bald längeren Seitenast versehen. Auch sind die Sporangienträger manchmal sehr zart, in der Breite etwa von 6 auf ca. $3\ \mu$ abnehmend. Sporen sind bei einem der untersuchten Stämme länger als bei den übrigen, oft doppelt so lang als breit. Immerhin lassen sich diese abweichenden Merkmale durch daneben auftretende typische Kennzeichen auf die Grundform zurückführen. Typisch sind der meist verbogene Träger mit den wenig unter dem Hauptsporangium entstehenden, abspreizenden Ästen, die unregelmäßig geformten, meist fast kugeligen, $6 - 12\ \mu$ großen Sporen.

Deutschland, häufig in verschiedenen Waldböden, pH-Werte von 4,0. Isolierungen meist zwischen 5 und 7, (4,2 und 7,8) (Linnemann 1936, 1941 und spätere Funde); Gibraltar, *Salicornia*-Zone (Turner & Pugh 1961); Mexiko, Nevado de Toluca, 3000 m, pH 5,2, (Linnemann 1958).

L. Sectio Dichotoma

Obwohl Dichotomien bei allen Mortierellen sehr häufig sind, ist doch bei einigen Arten die dichotome Entstehung der Sporangienträger so charakteristisch ausgeprägt, daß die Aufstellung einer eigenen Sektion gerechtfertigt erscheint.

1. Sporen bis über $20\ \mu$ 81. *M. rhizogena* (S. 238)
 Sporen kleiner (2)
2. Sporen meist oval, bis $5 \times 8\ \mu$; Träger unregelmäßig, bis über 1 mm lang, von 6 - 10 auf $4 - 6\ \mu$ verschmälert 82. *M. dichotoma* (S. 238)
 Sporen kugelig bis schwach oval; Träger bis $200\ \mu$ lang, von 4 auf $2,5\ \mu$ verschmälert. . .
 83. *M. sossauensis* (S. 239)

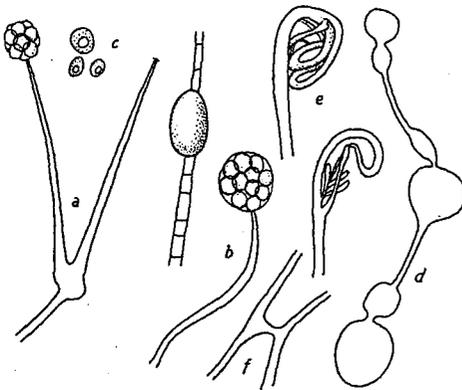


Abb. 124. *Mortierella rhizogena*; a, b Sporangienträger, c Sporen, d Gemmen, e Rhizoiden, f Anastomose (n. Daszewska 1912)

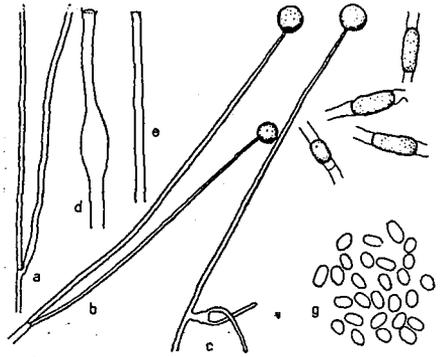


Abb. 125. *Mortierella dichotoma*; a-c Sporangienträger-Verzweigung, d, e Trägerenden, f Gemmen, g Sporen (n. Linnemann 1936)

81. *Mortierella rhizogena* Daszewska 1912

Bull. Soc. Bot. Genève 2. sér. 4, 255 (Abb.) Abb. 124

Myzel weiß, sehr dicht, 2 cm Höhe erreichend. Hyphen von dichtem Plasma und von Fetten erfüllt, dichotom verzweigt, 4 - 16 μ dick, mit reichlichen Querwänden im mittleren Abstand von 20 μ . Im Myzel kugelige Bildungen mit dichtem plasmatischen Inhalt, die durch dünne Zwischenfäden verbunden sind und den eigenartigen Bildungen bei *M. pilulifera* ähneln. Am Ende von Lufthyphen eingerollte rhizoidenartige Verästelungen, die sich in immer feinere Fäden aufteilen. Sie sind mit Fetttropfen angefüllt. Sporangienträger von 10 μ an der Basis auf 2 - 3 μ zur Spitze hin verschmälert, dichotom verzweigt. Sporangien kugelig, 26 - 40 μ , glatt, mit hyaliner, leicht zerfließender Membran, nur wenig Sporen enthaltend. Sporen rund und oval, farblos, glatt, mit einem Öltropfen, 8 - 22 x 10 - 24 μ . Mittlere Größe 12 x 14 μ . Gemmen etwa bis 20 μ . Stielgemmen und Zygoten unbekannt.

Unterscheidet sich von *M. candelabrum* var. *minor* Grove durch die Art der Verzweigung und die Sporengröße. Gutes Wachstum auf peptonhaltigem Nährboden.

Schweiz, in torfigen Boden (Daszewska 1912).

82. *Mortierella dichotoma* Linnemann 1936

Flora 130, 215 (Abb. 25) Abb. 125

Substratmyzel unausgeprägt. Luftmyzel weiß, wattig, 0,5 cm hoch. Sporangienträger dichotome oder auch seitliche Äste von Lufthyphen, manchmal selbst einen langen Seitenast abgebend. Dichotome sporangientragende Verzweigung auch seitlich aus einem dichotomen Spo-

rangienträger entstehend. Träger sehr unregelmäßig lang, bis über 1 mm, in der Dicke zum Sporangium hin etwa von 6 - 10 auf 4 - 6 μ abnehmend. Sporangien 20 - 40 μ , kugelig, mit glattem Umriß, da die Sporenzahl groß ist. Membran zerfließend, einen zarten, meist undeutlichen Kragen hinterlassend. Trägerende nur schwach vorgewölbt. Sporen unregelmäßig in Form und Größe, meist oval, einzelne fast zylindrisch, 2,5 - 5 x 4,5 - 8 μ , oder auch kugelig, 2,5 - 5,5 μ . Gemmen vereinzelt in Lufthyphen, fast regelmäßig zylindrisch, 4 - 8 x 7 - 14,5 μ . Stielgemmen und Zygoten unbekannt. Geruch stark, mortierellenartig.

Deutschland, auf Mäusekot (Linnemann 1936).

83. *Mortierella sossauensis* Wolf 1954

Zbl. Bakt. II, 107, 533 (Abb. 12)

Substratmycel gezont oder in mittelgroße Lappen aufgeteilt. Luftmycel weiß, zart. Sporangienträger aus dem Luftmycel entstehend, von 4 auf 2,5 μ verschmälert, unverzweigt, bis 260 μ lang. Sporangien vielsporig, 25 μ . Sporen kugelig bis oval, 3 - 4 μ . Gemmen sehr selten, interkalar, 25 μ lang, 15 μ breit. Zygoten nicht beobachtet. Geruch intensiv.

Deutschland, an *Ericaceen*-Wurzeln (Wolf 1954).

Nur mit Bedenken in diese Sektion aufgenommen. Von den beiden abgebildeten Verzweigungssystemen hat nur eines eine primäre dichotome Verzweigung, die Äste 2. Grades scheinen cymös zu sein. Der andere Träger scheint eine rein cymöse Verzweigung zu haben.

Anhang

Mortierella apiculata Marchal 1891

Bull. Soc. Bot. Belg. 30, 135

Mycel zart, weiß, dichotom. Sporangienträger fast herdenweise, weißgelblich, durch Jod violett gefärbt, unten verdickt, häufig gebogen, nach oben allmählich verschmälert, 500 - 600 μ lang, 15 - 18 μ dick. Äste aufsteigend oder absteigend. Sporangien kugelig, 40 - 52 μ . Sporen gelatinös zusammengehalten, elliptisch, asymmetrisch gekrümmt, mit kurzen, zerbrechlichen, innen fein gekörnten Stacheln, hyalin, 5,6 - 6,5 x 12 - 15,5 μ .

Belgien, auf Gänsemist (Marchal 1891).

Obleich diese Art sehr knapp beschrieben und auch nicht abgebildet ist, ist sie durch die bestachelten Sporen und die Größenangaben wahrscheinlich ausreichend charakterisiert. Möglicherweise gehört sie in die Sektion *Spinosa*.

Mortierella locusticida (Lindau) Wehmer, C., 1907

Lafar, Handb. techn. Myk. 4, 489 (Abb.)

Lindau, G. 1901, Notizbl. bot. Gart. u. Mus. Berlin, Nr. 26, 119-126 (Tf. I, Abb. 1-12)

Lindau, der diesen Pilz ausführlich beschrieb, war sich über dessen Zugehörigkeit zu *Mucor* oder zu *Mortierella* nicht klar. Wehmer stellte ihn zu *Mortierella*. Diagnose nach Lindau:

Substratmycel unregelmäßig, z.T. dichotom verzweigt. Hyphen unseptiert, sehr unterschiedlich breit: 3,5 - 8 μ , manchmal am Ende weniger als 1 μ . Sporangienträger unverzweigt, auf Brot sehr reichlich, 2 - 3 mm hoch, sonst in der Länge unterschiedlich; ca. 4 μ dick. Sporangien mit inkrustierter, nicht zerfließender Membran, bei der Reife mehr oder weniger grau; vielsporig, 15 - 23 μ , bei ungenügender Ernährung nur 8 μ . Columella fehlend. Sporen mehr oder weniger ellipsoidisch, 3 - 6 μ , gelegentlich größer. Chlamydosporen und Zygoten nicht beobachtet. Kugel- und sproßgemmen in sehr großer Anzahl, sich allmählich leicht gelb färbend.

Auf kranken Heuschrecken, hier vermutlich pathogen, Südafrika.

Mortierella niveo-velutina Ciferri & Ashford 1929

Porto-Rico Journ. Publ. Health Trop. Med., 5, 134-143, (Abb. 1a-s)

Rasen weiß, samtig, dicht; Mycel stark verzweigt mit dichotomen Ästen, allgemein ohne Querwände, später wenig septiert, 2 - 3 μ dick. Anastomosen häufig, Rhizoiden fehlend. Chlamydosporen häufig, in flüssigem Medium in Ketten, auf festem weniger zahlreich; kugelig bis länglich, mit glatter Membran. Sporangienträger 30 - 80 μ lang, unverzweigt, mehr oder weniger aufrecht, zylindrisch, selten mit einer Querwand unterhalb des reifen Sporangiums, gelegentlich mit einer subkonischen Verbreiterung unterhalb des Sporangiums. Sporangium mehr oder weniger kugelig, 30 - 90 μ , meist 60 μ , mit glatter, zerfließender Membran, Reste (Kragen?) am Träger hinterlassend. Columella fehlend. Sporen zahlreich im Sporangium (15 - 20), elliptisch mit mehr oder weniger zugespitzten Enden, 3,0 - 3,5 x 4,0 - 4,5 μ , mit 1 oder 2 Hyphen auskeimend, die zunächst einfach sind, sich dann mehrfach dichotom verzweigen. Zygoten nicht beobachtet.

Die als "Stylosporen" oder "Luftchlamydosporen" bezeichneten, sehr reichlich im Luftmycel auftretenden Bildungen sind offenbar Kugelgemmen (etwa von Hyphendicke), die in langen Ketten entstehen, anscheinend meist terminal; sie wurden in dieser merkwürdigen Ausbildung bei *Mortierellen* bisher nicht beschrieben und sind vielleicht bedingt durch die pathogene Natur des Pilzes oder auch durch das Kultursubstrat.

Porto-Rico, als Erreger einer Hauterkrankung eines Eingeborenen isoliert.

Optimale Temperatur für das Wachstum des Pilzes 38 - 40°C; als günstigster Nährboden erwies sich entalkoholisierter und neutralisierter Weißwein-Agar (pH 7,4).

Mortierella diffluens Sorokin 1874

Bleibt unsicher, da die Originaldiagnose nicht zugänglich ist.

Die Gattung *Naumoviella* Novotelnova (Naumov 1954) mit vier Arten ist ungenügend charakterisiert. Es scheint sich bei den 4 kurzbeschriebenen Arten um Angehörige der Gattung *Mortierella* zu handeln (*N. nivea* Novotelnova, *N. beticola* Naumov & Ibragimov, *N. terricola* Naumov, *N. humicola* Naumov).

II. HAPLOSPORANGIUM Thaxter 1914

Bot. Gaz. 58, 362

R a s e n aus einem zarten dichten Hyphengeflecht bestehend, auf dem sich spinnwebenartig gekreuzte dickere Hyphen ausbreiten. An diesen werden nach einigen unregelmäßigen Querteilungen nach allen Seiten hin die kurzen, sich pfriemlich verjüngenden Sporangienträger gebildet. Ein Hauptmerkmal der Gattung sind die kleinen, columellalosen S p o r a n g i e n, welche nur eine oder zwei S p o r e n enthalten. G e m m e n und Z y g o t e n sind nicht bekannt.

Die systematische Stellung der Gattung erscheint noch nicht gesichert.

1. Haplosporangium bisporale Thaxter 1914

Bot. Gaz. 58, 363 (Abb. 27 - 36; Abb. auch bei Nicot 1957) Abb. 126

Mortierella bisporale (Thaxter) Björling 1936, Bot. Notis. S. 126

Nach Hesseltine (1943) ist Kartoffelwasser-Dextrose-Agar, dem Rattenkot untermischt wurde, günstig für Wachstum und Sporulation. R a s e n anfangs weiß, später gelblich, dicht. Hauptachsen etwa 1 mm lang, etwa 6,5 μ dick. Sporangienträger senkrecht dazu, doch nach allen Richtungen stehend, einfach, seltener gabelig geteilt, 4 - 9 x 36 - 66 μ , am stark verjüngten Ende ein Hauptsporangium tragend. Darunter entstehen oft im rechten Winkel am Sporangienträger an kurzen, dünnen Stielchen ein oder zwei weitere Sporangien. Alle S p o r a n g i e n sind klein, kugelig, mit glatter Wand und entweder mit einer kugeligen S p o r e (7,25 - 11 μ) oder mit zwei halbkugeligen, sich später abrundenden Sporen (11 - 14 μ). Nach Hesseltine ist bei den zweisporigen Sporangien die Sporangienmembran zu erkennen. Sporen hyalin, gelegentlich mit leicht rauher Oberfläche.

Nordamerika, auf Exkrementen verschiedener Tiere (Thaxter 1914, Hesseltine 1943).

Ähnlich: *H. fasciculatum* Nicot 1957

Bull. Soc. Mycol. Fr. 73, 90.

Sporangienträger an der Basis mit ein bis vier Seitenzweigen, Sporangien meist einsporig manchmal 2-, 3- oder 4-sporig. Sporen kugelig, rau, 6,5 - 11 μ . Aus Waldboden.

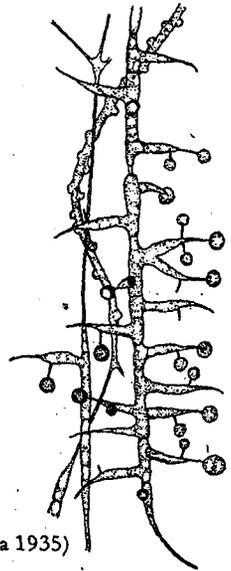


Abb. 126. *Haplosporangium bisporale* (n. Thaxter 1914 aus Zycha 1935)

2. *Haplosporangium decipiens* Thaxter 1914

Bot. Gaz. 58,364 (Abb. 37 - 39).

Mortierella decipiens (Thaxter) Björling 1936, Bot. Notis. S. 126

Sporangienträger 50 - 65 μ . Sporangien stets einsporig, Oberfläche durch kleine Erhebungen deutlich rauh, 8 - 10 μ . Sporen glatt, kugelig.

Nordamerika, auf tierischen Exkrementen.

Zweifelhafte Arten:

H. lignicola Martin 1937, Mycologia 29, 618. "Conidien" rauh, 9 - 18 μ groß, eine Sporangienwand konnte Martin nicht feststellen; sonst ähnelt der Pilz *H. decipiens*. Von verfaultem Holz in Nordamerika isoliert.

H. gracile Nicot 1957, Bull. Soc. Mycol. Fr. 73, 87. Sporangienträger 1 - 2 x 20 - 30 μ , Sporen 7 - 12 μ . Frankreich, Humuserde.

H. parvum Emmons & Ashburn 1942, Publ. Health Rep. 57, 1715. Bildet nach Carmichael (1951) Conidienketten aus. Steht *Blastomyces dermatidis* nahe und gehört nicht zu den Mucorales.

III. DISSOPHORA Thaxter 1914

Bot. Gaz. 58, 361

Von *Mortierella* durch die Ausbildung einer steril endenden, unbegrenzt in die Länge wachsenden Hauptachse, an der die unverzweigten Sporangienträger regelmäßig traubig angeordnet sind, unterschieden.

127

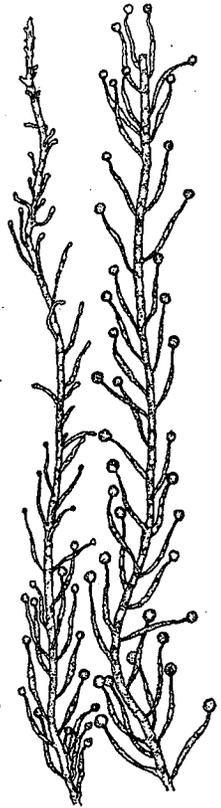


Abb. 127. *Dissophora decumbens* (n. Thaxter 1914 aus Zycha 1935)

1. *Dissophora decumbens* Thaxter 1914

Bot. Gaz. 58, 361 (Abb. 19 - 26) Abb. 127

Sporangienträger unverzweigt, in traubiger Anordnung an einer sterilen Hauptachse, etwa 10 mm lang, 10 - 16 μ dick. Sporangienträger 100 - 150 μ lang, in der Mitte schwach verdickt, etwa 8 μ dick. Sporangien kugelig, anfangs weiß, später gelblich, 17 - 23 μ . Sporen kugelig oder leicht kantig, ungefähr 4 μ . In älteren Kulturen werden in der Hauptachse und in den Sporangienträgern einzelne unregelmäßige Querwände gebildet.

USA., auf Mäusemist.

2. *Dissophora nadsonii* Phillippow 1932

Zbl. Bakt. II. 88, 429.

Hyphen 10 - 15 μ dick, unregelmäßig verzweigt, reichliche Gemmenbildung, Ausläufer mit Rhizoiden, Sporangienträger verzweigt. S p o r a n g i e n 15 - 20 μ . S p o r e n farblos, kugelig, 2 - 2,5 μ . R a s e n anfangs schmutziggrün, später weiß.

Rußland, im Schleimfluß von *Quercus suber*.

(Unsichere Art).

IV. *ECHINOSPORANGIUM transversalis* gen. et spec. Malloch 1967

Mycologia 59, 327 (Abb. 1 - 3).

Sporangienträger vom Luftmycel entspringend, dichotom verzweigt, septiert, 70 - 150 μ lang, 5 - 16 μ dick. Die zylindrischen bis wurstförmigen, vielsporigen S p o r a n g i e n stehen quer an der Spitze der Trägerzweige, sind 230 - 310 μ lang, 43 - 68 μ breit, mit 1 - 5 Dornen an den Enden. S p o r e n unregelmäßig (oval, kugelig, tropfenförmig, länglich), hyalin, 7,6 - 22,8 μ .

USA., Erde.

5. Familie: ENDOGONACEAE

Die *Endogonaceae* sind gekennzeichnet durch die Bildung von Fruchtkörpern (Sporokarprien), die bis zu mehreren cm groß werden können. In den Fruchtkörpern sind Zygoten oder Chlamydosporen enthalten. Die Bildung der Zygoten beschreiben Bucholtz (1912), Atkinson (1918), Kanouse (1936) und Hawker (1954). Manche Arten bilden Sporangien ohne Columella.

Die Stellung der *Endogonaceae* im System ist noch nicht völlig geklärt. Eine monographische Darstellung gab nur Thaxter (1922), dessen Namen und Diagnosen im wesentlichen übernommen wurden. Die zur Anastomosenbildung neigenden, oft septierten Hyphen, die columellalosen Sporangien, sowie die Zygotenfrüchte zeigen eine Ähnlichkeit mit *Mortierella*.

Wenn unsere Kenntnisse über die *Endogonaceae* noch sehr gering sind, so liegt dies vor allem an der geringen Anzahl der Funde, die bis jetzt vorliegen. Die meisten Funde stammen aus Amerika, doch ist anzunehmen, daß auch in anderen Ländern die in den oberen Bodenschichten vorkommenden Fruchtkörper weiter verbreitet sind als bisher bekannt.

Die meisten Arten bilden ihre Fruchtkörper in der Streu- oder Humusschicht von Waldböden. Die Verbreitung dürfte daher durch Tiere erfolgen (Dowding 1955). Einige Arten glaubt man als Mykorrhizapilze nachgewiesen zu haben (Nicolson 1967, Nicolson & Gerdemann 1968).

Gattungen der Endogonaceae

1. Fruchtkörper ein großes Sporokarpium mit darin verteilten Sporangien, Zygoten oder Chlamydosporen I. *Endogone* (S. 245)
2. Fruchtkörper locker zusammengesetzt aus einzelnen Sporokarprien mit regelmäßig angeordneten Sporangien, Zygoten oder Chlamydosporen ... II. *Sclerocystis* (S. 255)
3. Fruchtkörper hohl, Sporangien, Zygoten oder Chlamydosporen in der Wandung verteilt III. *Glaziella* (S. 256)

I. ENDOGONE Link 1809

Ges. Natf. Fr. Berlin 3, 33.

Fruchtkörper halbkugelig, mehr oder weniger unregelmäßig ausgebuchtet, bis zu mehreren cm groß. In einem gleichmäßigen Hyphengeflecht, das außen oft eine peridiumartige Hülle bildet, liegen die Fruktifikationsorgane einzeln oder in Gruppen eingebettet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Fruchtkörper, welche nur Zygoten oder nur Chlamydosporen oder nur Sporangien besitzen, verschiedene Erscheinungsformen derselben Gattung, in manchen Fällen vielleicht auch der gleichen Art, darstellen. Obwohl diese Verhältnisse noch nicht geklärt sind, sollen doch mit Thaxter (1922) alle

ähnlichen Formen, ohne Rücksicht auf die Art ihrer Fortpflanzungsorgane, der gleichen Gattung zugeordnet werden. Die einzige Begründung hierfür ist die Beobachtung Thaxter's, daß bei *E. fasciculata* neben Chlamydosporen auch echte Zygoten vorkommen.

Es sind 19 ältere Arten - insbesondere von Thaxter (1922) - beschrieben worden, die sich folgendermaßen ordnen lassen:

1. Die Fruchtkörper enthalten mehrsporige Sporangien (2)
- Die Fruchtkörper enthalten Chlamydosporen (3)
- Die Fruchtkörper enthalten nur Zygoten (13)
2. Sporangien 35 - 40 μ , keine Kugelgemmen im Fruchtkörper. 1. *E. reniformis* (S. 247)
- Sporangien 30 - 70 μ , zwischen den kleineren zahlreiche Kugelgemmen (247)
- 2. *E. malleola* (S. 247)
3. Chlamydosporen 15 - 30 μ 3. *E. pubescens* (S. 248)
- Chlamydosporen 40 - 50 μ 4. *E. microcarpa* (S. 248)
- Chlamydosporen 50 - 120 μ (4)
- Chlamydosporen 120 - 275 μ (12)
4. Chlamydosporen kugelig, seltener oval (5)
- Chlamydosporen oval bis länglich (10)
5. Exospor 16 - 20 μ dick 5. *E. incrassata* (S. 248)
- Exospor 2 - 10 μ (6)
6. Chlamydosporen in deutlichen Gruppen im Fruchtkörper angeordnet, zu mehreren an einem Hyphenende stehend 6. *E. fuegiana* (S. 249)
- Chlamydosporen meist einzeln liegend (7)
7. Zwischen den Chlamydosporen werden außen große keulenförmige Zellen gebildet
- 7. *E. vesiculifera* (S. 249)
- Keine keulenförmigen Zellen (8)
8. Chlamydosporenmembran 6 - 10 μ dick 8. *E. fasciculata* (S. 250)
- Chlamydosporenmembran 2 - 6 μ dick (9)
9. Peridie deutlich ausgebildet 9. *E. pulvinata* (S. 250)
- Peridie undeutlich 10. *E. arenacea* (S. 250)
10. Sporenträger im Gegensatz zu den 8 - 14 μ dicken übrigen Hyphen nur 5 - 6 μ
- 11. *E. canadensis* (S. 250)
- Sporenträger und übrige Hyphen annähernd gleich dick (11)
11. Chlamydosporen im Fruchtkörper radiär angeordnet 12. *E. radiata* (S. 251)
- Chlamydosporen unregelmäßig gelagert 13. *E. fulva* (S. 251)
12. Chlamydosporenwand etwa 8 μ dick 14. *E. borealis* (S. 251)
- Chlamydosporenwand etwa 10 - 20 μ dick 15. *E. macrocarpa* (S. 251)
13. Zygoten 35 - 60 μ lang 16. *E. pisiformis* (S. 252)
- Zygoten 80 - 90 μ lang 17. *E. multiplex* (S. 252)
- Zygoten 90 - 150 μ lang (14)
14. Gameten gleich 18. *E. tuberculosa* (S. 253)
- Gameten ungleich 19. *E. lactiflua* (S. 253)

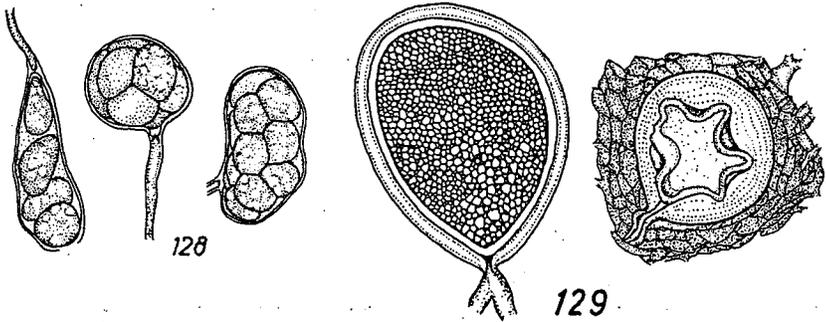


Abb. 128. *Endogone reniformis*; Sporangien (n. Thaxter 1922 aus Zycha 1935), Abb. 129. *Endogone incrassata*; Chlamydosporen (n. Thaxter 1922 aus Zycha 1935)

1. *Endogone reniformis* Bresadola 1896

Hedwigia 35, 297 (Abb. bei Thaxter 1922) Abb. 128

(?) *E. argentina* Spegazzini 1899, Fung. Argent. S. 300

Modicella reniformis (Bres.) Kanouse 1936, Mycologia 28, 48.

Fruchtkörper kugelig oder nierenförmig, unten festgewachsen, 4 - 10 (-20) mm, frisch weißlich, trocken gelblich. Eine Peridie ist nicht erkennbar, die Oberfläche wird von Sporangien und dünnen Hyphen gebildet. Sporangien (ohne Columella) terminal, etwa kugelig, 35 - 40 (- über 60) μ , mit je vier bis zwölf 18 x 20 (-38) μ großen Sporen mit körnigem Inhalt. Südamerika, Laubdecke des Bodens.

2. *Endogone malleola* Harkness 1899

Californ. hypog. fungi, S. 280 (Abb. 22; Abb. auch bei Thaxter 1922, Walker 1923).

E. microcarpa E. Fischer 1897 z. T., Rabenh. Kryptogamenfl. 1, V, 121

E. pisiformis Bucholtz 1912, Beih. Bot. Zbl. II, 39, 196

E. torrendii Bresadola 1913, bei Torrend, Brotéria 11, 101

Modicella malleola (Harkness) Kanouse 1936, Mycologia 28, 60.

Fruchtkörper weißlich oder gelb, auf einer Seite dem Substrat angeheftet, 1 - 4 mm. Im Inneren mit dichtem Hyphengeflecht, nach außen zu Sporangien (ohne Columella) in mehr oder weniger radiärer Anordnung. Sporangien meist in zwei typischen Formen, 30 - 45 μ , mit wenigen Sporen (10 - 13 x 12 - 15 μ) und 50 - 70 μ , mit vielen Sporen (7 - 10 x 10 - 13 μ). Zwischen den kleineren Sporangien sind viele Kugelgemmen

(“Moniliaformen”) zu beobachten. Walker (1923) konnte in künstlicher Kultur nur unregelmäßige ovale 15 - 22 μ große Kugelgemmen mit 1 - 3 μ dicker Wand erzielen.

Italien, Portugal, Kalifornien, Neuseeland.

3. *Endogone pubescens* (Sacc. & Ellis) Zycha 1935

Krytogamenfl. Mark Brandenb. 6, 214 (Abb. bei Thaxter 1922).

Sphaeroceas pubescens Saccardo & Ellis, *Michelia* 8 (1882) S. 582

Stigmatella pubescens Saccardo & Ellis, *Syll. Fung.* 4 (1886) S. 680

Sclerocystis pubescens von Höhnelt 1910, *Sitzber. k. Ak. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl.* 119, 399.

F r u c h t k ö r p e r 0,2 - 2 mm, hellgelb, mit deutlicher Peridie, die außen in radiärer Anordnung Bündel von dicht zusammenhängenden 60 - 100 μ langen Hyphen trägt, welche an der Basis 12 - 30 μ und an der Spitze etwa 2 μ breit sind. In dem Fruchtkörper, der trocken sehr hart wird, werden an verzweigten, schmalen (2 μ) dickwandigen Hyphen die ovalen bis kugeligen, 15 - 22 x 18 - 25 μ großen Chlamydosporen mit 1,5 - 2,5 μ dicker Wand gebildet.

Amerika, auf Blättern, Zweigen und Moosen.

4. *Endogone microcarpa* (Tul.) Tulasne 1851

Fungi hypog. 1, 182 (Abb. 2; Abb. auch bei Bucholtz 1912, Thaxter 1922, Hawker 1954).

Glomus microcarpus Tulasne 1845, *Fungi hypog.* S. 63.

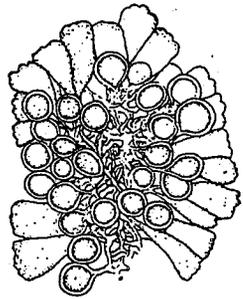
F r u c h t k ö r p e r trocken sandfarbig, feucht dunkler, in Form und Farbe ähnlich *E. macrocarpa*, nur kleiner. Chlamydosporen fast kugelig, 40 - 48 μ , an langen Trägern. Membran 6 - 7 μ dick, das dicke Endospor läßt zum Träger hin eine enge Öffnung frei.

Schweiz, Frankreich, England, Italien, Kalifornien.

5. *Endogone incrassata* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 305 (Abb. 17 - 19) Abb. 129

F r u c h t k ö r p e r unregelmäßig ausgebuchtet, trocken 2 - 5 mm, gelblich, umgeben von einer Schicht dickwandiger Hyphen. Die kugeligen oder ovalen, 66 - 75 x 64 - 85 μ großen S p o r e n, deren Zygoten- oder Chlamydosporennatur nicht bekannt ist, liegen im Inneren der Fruchtkörper zwischen Strängen von dünnwandigen Hyphen. Die Sporen sind mit gelben Fettkugeln angefüllt, das Endospor ist dünn und schließt den Zellinhalt von der Trägerhyph ab; das Exospor ist anfangs dünn, später 16 - 20 μ dick. Es läßt an der



130

Abb. 130. *Endogone vesiculifera*; Chlamydosporen und keulenförmige Zellen (n. Thaxter 1922 aus Zycha 1935)

Traghyphye eine Öffnung und drängt sich faltig in das Innere der Spore. Die reifen Sporen gleichen denen von *E. tuberculosa*. Fruchtkörper mit Knoblauchgeruch.

Nordamerika, im Boden unter Fichten.

6. *Endogone fuegiana* Spegazzini 1887

Las Trufas Argent. S. 6, 120 (Abb. bei Thaxter 1922)

Fruchtkörper erst weiß, später rehfarben, hart, manchmal runzelig. Oberfläche des Fruchtkörpers erst von etwa 300 μ langen, aufrechten feinen Haaren bedeckt, später von einem dünnen Pseudoperidium tangential angeordneter Hyphen. Fruchtkörper innen erst weiß oder cremefarben, mit Gruppen reifer Chlamydosporen, die als braune Flecken erscheinen. Mehrere ovale, 30 - 80 μ große Chlamydosporen gehen jeweils aus einem Hyphenende hervor. Wand 5 - 7 μ dick.

Amerika, Moos; England, unter Eiben (Godfrey 1957); als "Mykorrhiza"-Pilz (Peyronel 1937).

7. *Endogone vesiculifera* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 309 (Abb. 29 - 32) Abb. 130

(?) *E. tjibodensis* Boedijn 1935, Bull. Jard. Bot. Buitenzorg 13, 503.

Fruchtkörper 4 x 5 - 8 mm, sehr locker, das Substrat mehr oder weniger einschließend. Chlamydosporen in rundlichen, oft nur undeutlichen Gruppen angeordnet, hellgelb, kugelig oder oval, etwa 65 - 80 μ , in einem Geflecht dickwandiger, verzweigter Hyphen, am Ende kurzer radialer Zweige, untermischt mit blasig aufgetriebenen, breit keulenförmigen Zellen von 50 - 64 x 100 - 125 μ , welche nach außen liegen. Die keulenförmigen Zellen,

welche keine mißgebildeten Sporen darstellen, unterscheiden die Art von *E. fasciculata*.

Amerika, auf *Sphagnum*; als "Mykorrhiza"-Pilz (Peyronel 1937).

8. *Endogone fasciculata* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 308 (Abb. 21 - 28).

F r u c h t k ö r p e r unregelmäßig, locker, 4 - 5 x 10 - 14 mm, teilweise Substrateilchen einschließend. Chlamydosporen in rundlichen Gruppen, hellgelb oder bräunlich, meist kugelig, 60 - 85 μ , mit 6 - 10 μ dicker Wand, untermischt mit Gruppen von **Z y g o t e n** (50 μ), die auf dem breiteren zweier ungleicher Gametangien entstehen.

Diese Art ist von besonderer Bedeutung für die Systematik, da bei ihr Chlamydosporen und Zygoten nebeneinander vorkommen. Hierdurch scheint der Beweis erbracht, daß die nur als Chlamydosporen- oder Zygotenform bekannten Arten doch einer Gattung angehören. Die Art scheint homothallisch zu sein.

Amerika, auf *Sphagnum*; als "Mykorrhiza"-Pilz (Dowding 1959, Gerdemann 1965).

9. *Endogone pulvinata* Hennings 1897

Hedwigia, S. 212 (Abb. bei Lloyd 1918, Thaxter 1922).

F r u c h t k ö r p e r wie bei *E. fulva*, der die Art auch sonst sehr ähnlich ist. Chlamydosporen mit dünner Membran und meist durch eine Querwand vom Träger getrennt, kugelig, oft etwas asymmetrisch, etwa 75 - 85 μ , mit 2 - 4 μ dicker Wand. (Venezuela).

10. *Endogone arenacea* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 317 (Abb. 38 - 40).

F r u c h t k ö r p e r amorph, etwa 4 x 15 x 16 mm, mit Sand und anderen Substrateilchen gleichmäßig durchsetzt, durch ein lockeres Mycel zusammengehalten. Chlamydosporen ziemlich gleichmäßig, kugelig, bräunlichgelb, etwa 65 - 75 μ , mit 5,5 - 6,5 μ dicker Membran.

Trinidad, zwischen Sand und Abfallstoffen.

11. *Endogone canadensis* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 317 (Abb. 52 - 55).

F r u c h t k ö r p e r unregelmäßig kugelig, weich, doch fest zusammenhängend, mit deutlicher Peridienschicht. Im braunen Innern in einem losen Hyphengeflecht die meist durch eine dünne Querwand vom Träger abgetrennten, ovalen, 54 - 65 x 70 - 100 μ großen Chlamydosporen mit etwa 4 μ dicker Wand. Trägerhyphen 5 - 6 μ , übrige Hyphen 8 - 14 μ dick.

Amerika, auf *Sphagnum*.

12. *Endogone radiata* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 316 (Abb. 47 - 51).

Fruchtkörper unregelmäßig gelappt, weißlich, in Alkohol gelblich oder braun, etwa 5 - 10 mm. Peridienschicht dünn, die äußeren Hyphen vielfach blasenförmig erweitert, mit deutlichen Querwänden. Das Innere des Fruchtkörpers ist dicht und fast homogen. Chlamydosporen einzeln oder in losen Gruppen, oval, seltener kugelig, 38 - 50 x 68 - 85 μ , mit den Längsachsen radial im Fruchtkörper angeordnet. Wand 4 - 5 μ dick, kein Unterschied zwischen Endo- und Exospor.

Amerika, unter Blättern auf faulem Holz.

13. *Endogone fulva* (Berkeley) Patouillard 1903

Bull. Soc. Mycol France 19, 341 (Abb. bei Bucholtz 1912, Lloyd 1918, Thaxter 1922).

Paurocotylis fulva Berkeley 1873, J. Linn. Soc. 14, 137

E. moelleri Hennings 1897, Hedwigia, S. 211

E. lignicola Patouillard 1902, Bull. Soc. Mycol. France 18, 183

E. pulvinata Lloyd 1918, Mycol. Not. 56, 800.

Fruchtkörper bis zu 15 mm, unregelmäßig kugelig, unten festgewachsen, Peridium gut ausgebildet, jung rein weiß und flockig, später kastanienbraun. Hyphen 8 - 10 μ dick, vielfach mit Querwänden. Sporen (nach Thaxter Chlamydosporen) hellgelb oder dunkler, langgestreckt oder eiförmig, 45 - 70 x 50 - 125 μ , mit 2 - 4 μ dicker Wand.

Nord- und Südamerika, auf Sand und Abfällen, Trinidad; Sumatra, zwischen verfauten Bambusblättern; Java, in Erde eines Reisfeldes (Boedijn 1935).

14. *Endogone borealis* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 318 (Abb. 44 - 45).

Fruchtkörper unregelmäßig, schwammig, schokoladenbraun, etwa 7 - 8 mm. Im Innern zwischen den 10 - 25 μ dicken, locker verflochtenen Hyphen sind viele Substrateilchen und abortive Sporen eingeschlossen. Chlamydosporen 100 x 125 bis 10 x 145 μ , mit 8 μ dicker rotbrauner Membran. Der dünne Träger ist häufig durch eine Querwand abgetrennt.

Amerika, auf *Sphagnum*.

15. *Endogone macrocarpa* Tulasne 1851

Fungi hypog. S. 182 (Abb. 1; Abb. auch bei Bucholtz 1912, Hawker 1954, Lange & Lund 1954).

Glomus macrocarpus Tulasne 1845, Fungi hypog. S. 63

E. australis Berkeley 1860, Hooker, Bot. Antarct. Voy. 32, 270

E. pampaloniana Baccharini 1903, N. Giorn. Bot. Ital. II, 10, 79

E. tenebrosa Thaxter 1922, Proc. Amer. Ac. A. Sc. 57, 314 (fide Nicolson & Gerdemann 1968).

F r u c h t k ö r p e r bis 15 mm, mit dicker Peridiumschiicht, gelblichweiß, mit anhängenden Humusteilchen. Chlamydosporen oval, gelblich bis bräunlich, 100 - 230 μ , im Fruchtkörperinneren zwischen lockeren Hyphen unregelmäßig verteilt, an Hyphenenden entstehend, mit 3 - 18 μ dicker, stark lichtbrechender Wandschiicht. Hyphen des Pilzes vielfach mit Anastomosen.

England, Rußland, Amerika, auf feuchtem Koniferenholz an oder nahe der Oberfläche des Bodens; Dänemark unter *Corylus*, *Tilia* (Lange & Lund 1954); England, Laubwald (Hawker 1954, Godfrey 1957); als "Mykorrhiza"-Pilz (var. *caledonia*, var. *geospora*, Nicolson & Gerdemann 1968).

E. flavispora Lange & Lund 1954, Friesia 5, 92, soll sich durch längliche Chlamydosporen von *E. macrocarpa* unterscheiden.

16. *Endogone pisiformis* Link 1809

Mag. Ges. Natf. Fr. Berlin, 3, 33 (Abb. 52; Abb. auch bei Bucholtz 1902, 1911, Thaxter 1922)

E. xylogena Schröter 1887, Kryptogamenfl. Schlesien 3, 260

E. ludwigii Bucholtz 1911, Ann. Mycol. 9.

E. sphagnophila Atkinson 1918, Mem. Brookl. Bot. Gard. 1, 16.

F r u c h t k ö r p e r frisch wachsartig, trocken hornartig, 1 - 2 x 2 - 7 mm, kugelig bis nierenförmig, goldgelb bis orangefarben, bedeckt von einer peripheren Hülle von stark verzweigten, dickwandigen Hyphen von 4 - 6 μ Durchmesser, mit peitschenartig verjüngten Enden. In einem unregelmäßigen Geflecht unseptierter Hyphen liegen neben obliterierten blasenförmigen Gebilden die gut ausgebildeten **Z y g o t e n**. Diese sind oval bis kugelig, 30 - 45 x 35 - 60 μ (nach Godfrey 1957 bis 80 μ), hellorangefarben, mit 3 - 6 μ dicker Membran, um die sich bisweilen einzelne Hyphen schlingen. Gametangien gleich groß.

Thüringen, Lettland, Nordamerika, häufig über oder in der Humusdecke des Bodens, auf feuchten Blättern, Nadeln, Moos oder Zweigen, vor allem in Nadelwäldern; England (Godfrey 1957).

17. *Endogone multiplex* Thaxter 1922

Proc. Amer. Ac. Sc. A. 57, 301 (Abb. 8 - 10).

F r u c h t k ö r p e r etwa 12 - 15 mm, trocken weißlich, in Alkohol bräunlich, mit 350 - 700 μ großen Gruppen von etwa 10 - 15 Zygoten. Zygotengruppen von 4 - 18 μ dicken, dickwandigen, verzweigten Hyphen und einer Menge dunkler Humuspartikelchen umgeben. **Z y g o t e n** gelb, kugelig bis birnförmig oder auch etwas kantig, 60 - 84 x 80 - 90 μ , mit deutlichem, 5 μ

dickem, gelblichem Endospor und 8 - 10 μ dickem hyalinem Exospor. Suspensoren deutlich. Jede Zygote ist von einer 8 - 12 μ dicken Hülle dichtverfilzter Hyphen umgeben.

Nordamerika, auf Laub und faulem Holz von Eiche und Esche.

18. *Endogone tuberculosa* Lloyd 1918

Mycol. Not. 56, 799 (Abb. 1239; Abb. auch bei Thaxter 1922).

Fruchtkörper von unregelmäßiger Gestalt, trüffelartig, durchzogen von Strängen dicker Hyphen, zwischen denen, eingebettet in Erdpartikeln, die 350 - 1000 μ großen Zygotengruppen liegen. Gameten gleich, Zygote n goldgelb, kugelig bis oval, 42 x 50 bis 90 x 150 μ , Exospor 5 - 6 (-15) μ , Endospor 1 - 2 μ . Der Inhalt der Zygote besteht aus körnigem Plasma und Fetttropfen, außen ist jede von einer zarten Hyphenhülle umgeben.

Neu-Südwest, nahe der Erdoberfläche.

19. *Endogone lactiflua* Berkeley 1846

Ann. Magaz. Nat. Hist. 18, 81 (Abb. bei Bucholtz 1912, Thaxter 1922, Hawker 1954, Lange & Lund 1954) Abb. 131

E. lanata Harkness 1899, Californ. hypog. fungi, S. 280.

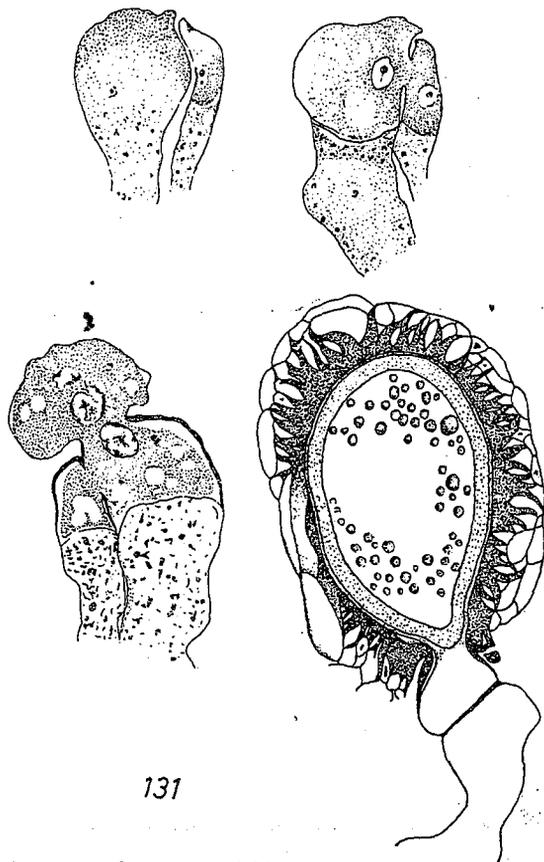
Nach Hawker (1954) sind die Fruchtkörper bei der Reife unregelmäßig gestaltet, schmutziggelb, erst weich, später hart, mit faltiger Oberfläche, innen cremefarbig, bis rötlich. Zygote n als orangefarbene Granula in älteren Fruchtkörpern, aus zwei ungleichen Gameten hervorgehend, oval, braungelb, 70 - 150 μ lang und etwa bis 100 μ breit. Um Endo- und Exospor schließt sich eine dichte Fadenhülle in wirbelartigen Windungen, die sich in bestimmter Weise verdickt, so daß auf dem Querschnitt die von Bucholtz (1912) "Flammenkrone" genannte Zeichnung zu sehen ist. Die ganze Zygotenhülle ist etwa 4 - 26 μ dick.

Deutschland, bei Kassel (Hesse 1894); Schweiz, Amerika; Dänemark (Lange & Lund 1954); England (Hawker 1954, Godfrey 1957).

Endogone-Arten als Mykorrhiza-Pilze:

E. mosseae Nicolson & Gerdemann 1968, Mycologia 60, 314 (Abb. 1). Fruchtkörper 1 mm, mit bis 32 gelben Chlamydosporen. Diese sind kugelig bis oval, 60 - 320 μ , mit 2 - 7 μ dickem Endospor und dünnem Exospor.

E. heterogama Nicolson & Gerdemann 1968, Mycologia 60, 319 (Abb. 4 - 8). Zygoten kugelig, ellipsoidisch oder unregelmäßig, 150 - 253 μ , hellbraun, mit 2 - 6 μ dicker Wand. Suspensoren 21 - 26 μ . In Erde werden 16 - 27 x 20 - 31 μ große Blasen in Büscheln zu 1 - 10 gebildet.



131

Abb. 131. *Endogone lactiflua*; Zygotenbildung (n. Bucholtz 1912 aus Zycha 1935)

E. gigantea Nicolson & Gerdemann 1968, *Mycologia* 60, 321 (Abb. 9, 10). Zygoten kugelig, ellipsoidisch oder unregelmäßig, 183 - 500 x 291 - 812 μ , gelb mit grünlichem Schimmer, mit 2,5 - 7,5 μ dickem Endospor und dünnem Exospor. Ein 41 - 51 μ dicker Suspensor je Zygote. In Erde werden in Büscheln 20 - 34 x 22 - 37 μ große Blasen mit zahlreichen kurzen Fortsätzen gebildet, wie sie auch für *Mortierella alliacea* beschrieben sind (vgl. S. 197).

E. calospora Nicolson & Gerdemann 1968, *Mycologia* 60, 322 (Abb. 11). Zygoten kugelig, ellipsoidisch oder zylindrisch, 90 - 511 μ , hyalin oder gelb, mit 3 - 4 μ dickem Exospor und dünnem Endospor. Suspensor 23 - 42 μ . In Erde 18 - 31 x 22 - 33 μ große Blasen.

Ungenügend beschriebene Art:

E. dentalis Kanouse 1936, *Mycologia* 28, 61. Fruchtkörper 2 - 4 mm, Chlamydosporen 40 - 100 μ , Zygoten 35 - 47 x 40 - 60 μ .

II. SCLEROCYSTIS Berkeley & Broome 1873

J. Linn. Soc. 14, 137

Xenomycetes Cesati 1879, Mycet. Born. S. 26

Ackermannia Patouillard 1902, Bull. Soc. Mycol. France 18, 180

Zu unterscheiden von *Endogone* durch die Bildung kleiner sklerotiumartiger Fruchtkörper, deren gut ausgebildete sporogene Schicht sehr charakteristisch ist. Die großen Sporen liegen nebeneinander, mit ihren Längsachsen radial angeordnet, von einer in der Mitte liegenden columellartigen Hyphenzone ausgehend. Die einzelnen Fruchtkörper ("Sporokarprien") sind mehr oder weniger locker zu einem krusten- oder polsterförmigen "Stroma" verwachsen.

Drei einander sehr nahestehende Arten wurden beschrieben.

1. *Sclerocystis coremioides* Berkeley & Broome 1873

J. Linn. Soc. 14, 137 (Abb. bei von Höhnelt 1908).

Xenomycetes ochraceus Cesati 1879, Mycet. Born. S. 26

Sphaerocreas javanicum von Höhnelt 1908, Fragm. Mycol. 5, 30.

Sporokarprien zu einer festen porösen Masse verwachsen, kurz gestielt, gelblich bis graugrün, 500 - 600 μ breit. Chlamydosporen langoval oder elliptisch, auch keulenförmig, 20 - 50 x 60 - 90 μ , mit dünner Membran. Ceylon, Borneo.

2. *Sclerocystis dussii* (Patouillard) von Höhnelt 1910

Fragm. Mycol. 10, 390 (Abb. bei Patouillard 1902, Thaxter 1922) Abb. 132

Ackermannia dussii Patouillard 1902, Bull. Soc. Mycol. France 18, 181

Sphaerocreas dussii von Höhnelt 1909, Fragm. Mycol. 6, 401

Stroma orangegelb oder rötlich, außen mit langgestreckten gelben Riesenzellen bedeckt, innen mit einem oder mehreren übereinanderliegenden Sporokarprien von 350 - 450 x 300 - 460 μ . Sporogene Hyphen 12 - 16 μ dick, Chlamydosporen 35 - 100 x 70 - 130 μ , mit dicker Zellwand. Dickwandige Hyphen von 4 - 5 μ umgeben fest verflochten in etwa 40 μ starker Schicht die Sporokarprien. Vielleicht identisch mit *S. coremioides*.

Ostindien.

3. *Sclerocystis coccigena* (Patouillard) von Höhnelt 1910

Fragm. Mycol. 10, 390 (Abb. bei Patouillard 1902, Thaxter 1922).

Ackermannia coccigena Patouillard 1902, Bull. Soc. Mycol. France 18, 183

Sphaerocreas coccigena von Höhnelt 1909, Fragm. Mycol. 6, 401.

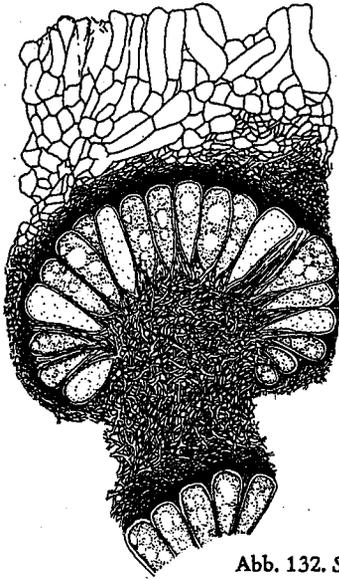


Abb. 132. *Sclerocystis dussii* (n. Thaxter 1922 aus Zycha 1935)

Stroma 6 - 8 mm (bei *S. dussii* nur 4 mm) dick, von einem Pseudoperidium bedeckt. Sporokarpieen 400 - 675 μ , an der Oberfläche durch Bildung zahlreicher kleiner kugeligter Gemmen ausgezeichnet. Sporen etwa 40 - 50 x 100 μ .

Die Art ist gekennzeichnet durch das Pseudoperidium und die kleinen Gemmen.
Martinique, auf faulendem Holz.

III. GLAZIELLA Berkeley 1879

Warming, Symb. Fl. Brasil. S. 31.

Endogonella von Höhnelt 1913, Fragm. Mycol. 15, 294.

Die Gattung ist gekennzeichnet durch die innen hohlen unregelmäßig gelappten Fruchtkörper, in deren dünner Wandung die Chlamydosporen ungeordnet eingebettet sind.

Nur eine Art bekannt.

1. *Glaziella vesiculosa* Berkeley 1879

Warming, Symb. Fl. Brasil. S. 31 (Abb. bei von Höhnelt 1913, Lloyd 1919, Thaxter 1922).

Xylaria aurantiaca Berkeley & Curtis 1868, J. Linn. Soc. 10, 382

Hyponyces alboluteus Ellis & Everhart 1893, J. Inst. Jamaica 1, 262, 285

Endogonella borneensis von Höhnelt 1913, Fragm. Mycol. 15, 295

Glaziella aurantiaca Cooke 1882, Grevillea 11, 83.

Fruchtkörper etwa 2 - 4 cm groß, 1,5 - 3 cm dick. Die Wand ist zähe und gelatineartig, 700 - 900 μ dick, orange gelb, mit einer dickeren Außen- und einer dünneren Innenschicht, zwischen denen die Chlamydosporen locker eingebettet sind. Chlamydosporen kugelig bis oval, 200 x 200 bis 380 x 415 μ , Exospor etwa 10 μ , Endospor geschichtet, 20 - 30 μ , den Träger abgrenzend. Ob es sich bei den Sporen wirklich um Chlamydosporen oder um Zygoten handelt, bedarf noch der Klärung.

In den amerikanischen Tropen.

6. Familie: PIPTOCEPHALIDACEAE

(Brefeld 1872, Bot. Untersuch. Schimmelp. 1, 53)

Wir folgen Benjamin (1959) und teilen die bei Zycha (1935) als *Cephalidaceae* zusammengefaßte Familie aus morphologischen Gründen in 4 Familien auf: *Piptocephalidaceae* Brefeld 1872, *Syncephalstraceae* Naumov 1935, *Dimargaritaceae* Benjamin 1959 und *Kickxellaceae* Linder 1943.

Vegetative Hyphen hyalin, zart, verzweigt, mehr oder weniger septiert. Sporangienträger einfach oder dichotom verzweigt, mehr oder weniger septiert. Merosporangien auf terminalen, abfallenden oder nicht abfallenden, kopfigen Erweiterungen, die bei *Piptocephalis* früher als Basalzellen bezeichnet wurden. Sporen in den Merosporangien einreihig. Die Sporangienwand ist bei der Reife vergänglich oder dauerhaft und reißt dann ringförmig auf, wodurch sich die einzelnen Sporen ablösen. Zygoten als sprossähnliche Erweiterungen über dem Fusionspunkt der Gametangien gebildet, oder als apikaler Auswuchs aus einem der Gametangien.

Alle Arten sind obligate Parasiten auf anderen Pilzen, meist auf *Mucorales*. Während *Piptocephalis*-Arten die Sporenbildung des Befallenen Pilzes kaum beeinflussen, hemmt ein Befall durch *Syncephalis* die Sporenbildung des Wirtspilzes fast vollständig.

Gattungen der Piptocephalidaceae

1. Sporangienträger verzweigt, merosporangientragende Blasen meist abfallend I. *Piptocephalis* (S. 258)
2. Sporangienträger meist nicht verzweigt, merosporangientragende Blasen nicht abfallend II. *Syncephalis* (S. 271)

I. PIPTOCEPHALIS De Bary 1865

Abh. Senckenb. Natf. Ges. 5, 356

Mucoricola Nieuwland 1916, Amer. Mid. Nat. 4, 82 (nomen nudum)

Vegetative Hyphen bilden kleine Appressorien, welche die Membran durchdringen und feine, verzweigte Haustorien entstehen lassen. Sporangienträger aufrecht oder liegend, septiert, glatt oder längs gestreift, mit 2 oder mehreren dichotom verzweigten Seitenzweigsystemen. Die letzten Zweige bilden kleine Kopfzellen mit wenigen bis vielen Merosporangien. Bei *P. indica* ist die Kopfzelle eine keimfähige Spore. Merosporangien mit 2 oder mehr einreihigen, kugeligen, ellipsoidischen, zylindrischen oder spindelförmigen Sporen. Die Kopfzellen fallen bei der Reife ab. Merosporangienwand vergänglich. Zygoten kugelig, hellfarbig, rauh, als sprossähnliche Erweiterungen über dem Fusionspunkt der etwas ungleichen Gametangien auf zangenförmigen Suspensoren.

Wegen der Art der Zygotenbildung hat Benjamin (1963) *Chaetocladium benjaminii* zu *Piptocephalis* gestellt, obwohl der Pilz nur einsporige Sporangien und keine Kopfzellen bildet. Nicht gesichert erscheint auch die Stellung von *Piptocephalis unispora* Benjamin 1966.

Die meisten *Piptocephalis*-Arten sind obligate Parasiten auf anderen *Mucorales*. *P. xenophila* entwickelt sich auf Ascomyceten. Einige *Piptocephalis*-Arten vermögen ohne Wirtspilze Kümmerformen auszubilden.

In Anlehnung an Benjamin (1959, 1966):

1. Einsporige Sporangien an kurzen Stielchen ohne Kopfzellen 1. *P. benjaminii* (S. 260)
Merosporangien oder Sporangien auf Kopfzellen (2)
2. Kopfzellen kegelförmig oder herzförmig, 2 - 4 μ breit, mit je 2 - 6 Merosporangien (mikrocephale Arten) (3)
Kopfzelle kugelig, 5 - 10 μ (sphaerocephale Arten) (5)
Kopfzelle kegelig oder lappig ausgebuchtet, bis 20 μ , mit vielen Merosporangien (makrocephale Arten) (10)
3. Träger ohne Rhizoiden, parasitisch auch auf Ascomyceten ... 2. *P. xenophila* (S. 261)
Träger mit Rhizoiden (4)
4. Die Kopfzelle ist eine keimfähige Spore, Merosporangien mit 4 - 7 Sporen
..... 3. *P. indica* (S. 261)
Kopfzelle ist keine keimfähige Spore, Merosporangien meist 2-sporig
..... 4. *P. microcephala* (S. 262)
5. Kopfzelle mit 13 - 24 einsporigen Sporangien 5. *P. unispora* (S. 262)
Kopfzelle merosporangientragend (6)
6. Merosporangien stets 2-sporig (7)
Merosporangien 2- bis mehrsporig (8)
7. Die zweite Spore im Merosporangium durch Sprossen aus der ersten Spore gebildet;
Sporen ellipsoidisch, die terminale Spore kleiner als die basale. . . 6. *P. lepidula* (S. 263)
Sporen durch Teilung im Merosporangium gebildet . . . 7. *P. lemonnieriana* (S. 265)
8. Merosporangien 2- oder 3-sporig 8. *P. tieghemiana* (S. 265)
Merosporangien mit mehr als je 3 Sporen (9)
9. Sporen kugelig 9. *P. sphaerospora* (S. 265)
Sporen spindelförmig 10. *P. fusispora* (S. 267)
Sporen zylindrisch 11. *P. cylindrospora* (S. 267)
10. Sporangienträger mit Rhizoiden, an Ausläufern (11)
Sporangienträger ohne Rhizoiden, nicht an Ausläufern (12)
11. Merosporangien 3-sporig 12. *P. corymbifer* (S. 268)
Merosporangien mit mehr als je 3 Sporen 13. *P. repens* (S. 269)
12. Merosporangien 2- bis 3-sporig 14. *P. arrhiza* (S. 269)
Merosporangien mit mehr als 3 Sporen (13)
13. Kopfzelle verkehrt kegelig 15. *P. freseniana* (S. 269)
Kopfzelle lappig ausgebuchtet 16. *P. cruciata*. (S. 269)

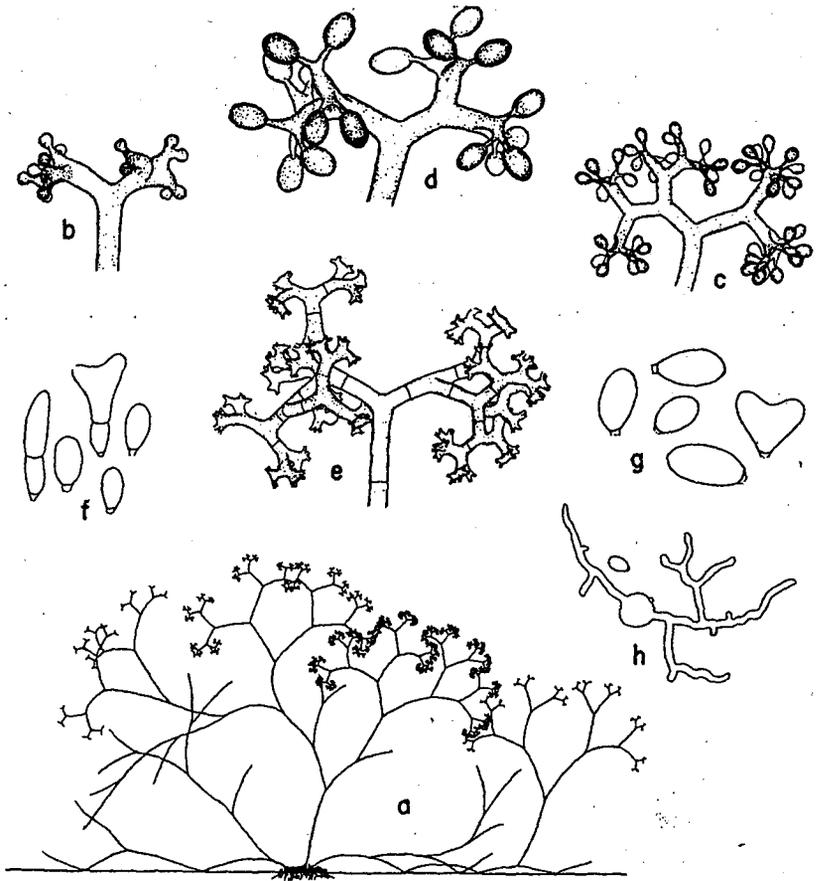


Abb. 133. *Piptocephalis benjaminii*; a Habitus, b–e Sporangienbildung und -abwurf, f, g ein- und zweizellige Sporangien, h ungekeimte und gekeimte Spore (n. Benjamin 1963)

1. *Piptocephalis benjaminii* (Embree) Benjamin 1963

Aliso 5, 284 (Abb. 6, 7; Abb. auch bei Embree 1962, Benjamin 1966) Abb. 133

Chaetocladium benjaminii Embree 1962, Mycologia 54, 305

R a s e n auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar gelbbraun, bis 1 cm hoch. Sporangienträger im Alter septiert, im unteren Teil 3 - 6 μ dick, oben 5 - 12 μ , erst glatt, später streifig, 8 - 10mal dichotom verzweigt. Zweige der ersten Gabelungen 4 - 10 x 80 - 650 μ , Zweige der darauf folgenden Gabelungen kürzer und dünner, die letzten Zweige 1,5 - 3,5 x 3 -

7 μ . Jeder dieser terminalen Zweige mit 2 - 3 einsporigen Sporangiole auf dünnen, 1,5 - 3 μ langen Stielchen. Sporen oval, gelegentlich herzförmig, 2,4 - 5,2 x 4,4 - 10,5 μ , selten 2-sporige Merosporangien. Zygoten kugelig, orangebraun, 43 - 75 μ , mit Gametangienresten und fein netzartiger Membran. Suspensoren glatt, oft angeschwollen, zangenförmig. Endospor glatt, 3 - 6 μ dick. Homothallisch.

USA., auf Exkrementen verschiedener Tiere (Embree 1962, Benjamin 1963).

2. *Piptocephalis xenophila* Dobbs & English 1954

Trans. Brit. Mycol. Soc. 37, 375 (Abb. 1 - 16; Abb. der Zygoten bei Leadbeater & Mercer 1957 a; Abb. auch bei Benjamin 1959).

Auf *Penicillium waksmani* auf Malzagar Hyphen 2 - 3 μ dick. Sporangienträger aufrecht, nach Benjamin (1959) streifig, von feinem Basalmycel kommend, etwa 2 mm hoch, erst farblos, später cremefarben oder bräunlich. Ältere Träger septiert, nahe der Spitze 3 - 6mal dichotom verzweigt. Endauszweigungen z. T. nur 4 μ lang. Kopfzelle 2 - 3 μ breit (wenig oder gar nicht breiter als der sie tragende Zweig), in der Seitenansicht herzförmig, mit 4 oder 5 Höckern, bei der Reife der Sporen abfallend. Jeder Höcker mit einem Merosporangium mit etwa 6 (3 - 12) Sporen. Sporen zylindrisch, 2 - 2,5 x 3 - 3,5 μ , in Masse hellbräunlich. Leadbeater & Mercer (1957 a) beschreiben Zygoten, die nach 2 - 4wöchiger Inkubation bei 25°C im Luftmycel auftreten. Zygoten kugelig, 24 - 36 μ , Wand bis 2 μ dick, Exospor fein faltig-narbig. Teile der Gametangien bilden zusammen mit den Suspensoren die Zange, an deren Spitze sich die Zygote befindet. Nach Leadbeater & Mercer ist die Ausbildung von Azygoten die Regel, Benjamin hat jedoch meist normale Zygoten erhalten. Homothallisch.

Dobbs & English (1954) geben eine Artenliste der Wirtspilze.

England, in Sandboden.

3. *Piptocephalis indica* B. S. Mehrotra & Baijal 1963

Sydowia, Ann. Mycol. Ser. II, 17, 171 (Abb. 26, 1 - 6; Abb. auch bei Benjamin 1966) Abb. 134

Rasen auf *Mucor spec.* auf Hefeextraktstärke-Agar erst weiß, später grau, vegetative Hyphen septiert, verzweigt. Sporangienträger meist aufrecht, bräunlich, mit Rhizoiden. Hauptachse 2,2 - 5,5 μ an der Basis, 5,5 - 8,8 μ an der Spitze, mit Längsstreifen, septiert, Septen mit tubenartiger Durchbrechung, Wirtel von zwei bis vier 45 - 576 μ langen Primärzweigen, die in 3 - 4 Gabelungen weiter aufgeteilt sind. Letzte Zweige 3,3 - 5,5 μ lang. Kopfzellen 3,3 - 4,4 μ im Durchmesser, herzförmig, mit 2 - 5 Zipfeln mit je einem Merosporangium. Merosporangien etwa 30 μ lang, mit je 4 - 7 Sporen. Sporen 2,2 - 3,3 x 3,3 - 7,7 μ , hyalin. Nach Benjamin ist die

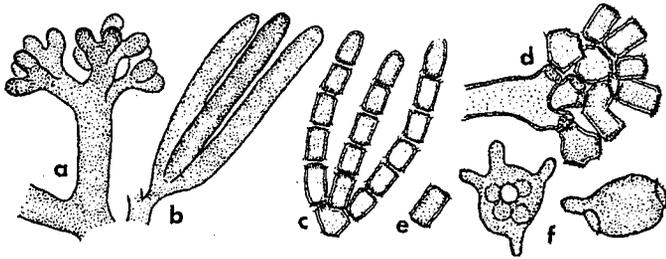


Abb. 134. *Piptocephalis indica*; Entwicklung der Merosporangien, f keimende Sporen (n. Benjamin 1966)

Kopfzelle eine keimfähige Spore, so daß sie mit den Teilsporangien als ein verzweigtes Merosporangium betrachtet werden kann.

Indien, Kaninchenkot.

B. S. Mehrotra (1967) beschreibt var. *shantiniketna* B. S. Mehrotra & B. R. Mehrotra. Der Pilz soll sich von *P. indica* durch Merosporangien mit bis zu 10 Sporen und durch nicht durchbrochene Septen im Träger unterscheiden. Zygoten 25 - 45 μ . Offensichtlich hat Mehrotra nicht untersucht, ob die Kopfzelle eine keimfähige Spore ist.

4. *Piptocephalis microcephala* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 147 (Abb. 146 - 153; Abb. auch bei Benjamin 1959, 1966) Abb. 137/12

Sporangienträger streifig, mit Rhizoiden, an den Ausläufern stehend. Septen der Träger mit tubenartiger Durchbrechung. Kopfzelle herzförmig, 3 - 4 μ , mit 3 - 5 kleinen Höckerchen, an denen die 2-, seltener 3-sporigen Merosporangien stehen. Benjamin erhielt Zygoten. Anscheinend ist die Art homothallisch.

Frankreich, auf *Pilobolus* (van Tieghem 1875), auf *Mucor* (Ling-Young 1930); USA. (Benjamin 1959).

5. *Piptocephalis unispora* Benjamin 1966

Mycologia 58, 23 (Abb. 16, 24) Abb. 135

R a s e n auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar gelbbraun, dicht, 0,2 - 0,3 cm hoch. Hyphen des Luftmycels hyalin, verzweigt, im Alter septiert, 1,5 - 3 μ dick. Sporangienträger aufrecht, im oberen Teil meist 4 - 6mal dichotom verzweigt. Hauptachse 100 - 500 μ lang, nahe der Basis 5 - 7 μ dick, oben 1,5 - 3 μ , im Alter septiert, undeutlich gestreift. Zweige 15 - 100 μ lang, 4 - 5 μ dick; die letzten Auszweigungen meist 5 - 16 μ lang, 2,2 - 4 μ dick. Kopfzellen kugelig, 5,7 - 7,9 μ , abfallend, mit 13 - 24 Sporangiolen. Sporangiolen einsporig, 3,5 - 5,2 x 5,7 - 9,2 μ . Sporen fein punk-

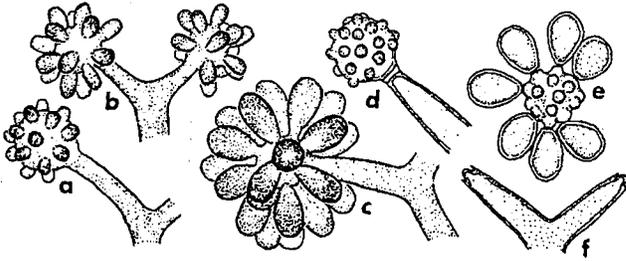


Abb. 135. *Piptocephalis unispora*; Kopfzellen und Merosporangienbildung (n. Benjamin 1966)

tiert. Zygoten kugelig, gelbbraun, 25 - 40 μ , Wand 3 - 5 μ dick, deutlich netzförmig.

Mexiko, Eidechsenkot.

6. *Piptocephalis lepidula* (Marchal) Benjamin 1959

Aliso 4, 345 (Abb. 3, 4, 5; Abb. auch bei Indoh 1962 b, Benjamin 1966) Abb. 136

P. fusispora var. *lepidula* Marchal 1891, Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique, 2. part. 30, 136

Rasenn auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar bis 1 cm hoch, braungelb. Vegetative Hyphen 2 - 3 μ dick. Sporangienträger aufrecht, oft umfallend, dann stolonenähnlich, der untere Teil des Trägers schmal, 5 - 6 μ dick, hyalin, glatt, mit tubenartigen Durchbrechungen der Querwände. Oberer Teil des Trägers dicker, 8 - 12 μ , obenso wie die Zweige des fertilen Teils nicht septiert, längs gestreift. Das fertile Zweigsystem besteht aus 2 bis 4 primären, etwa 180 - 550 μ langen Zweigen, die weiter gabelig verzweigt sind. Kopfzellentragende Zweige zugespitzt, 5 - 30 μ lang und 2,2 - 3,0 μ dick. Kopfzellen etwa kugelig, 3 - 7 μ , mit 7 - 34 zweisporigen Merosporangien. Sporen ellipsoidisch, 2,2 - 2,6 x 3,9 - 6,6 μ . Die durch Sprossung gebildete terminale Spore ist etwas kleiner als die basale. Zygoten kugelig, gelborange, 40 - 65 μ . Suspensoren glatt, zangenähnlich. Äußere Zygotenwand fein netzartig, Endospor glatt, 3 - 5 μ dick. Homothallisch. Exkremete verschiedener Tiere. Belgien (Marchal 1891); USA. (Benjamin 1959); Japan (Indoh 1962).

B. S. Mehrotra (1967) beschreibt zwei neue nahestehende Arten: *P. richardii* mit zweisporigen, selten dreisporigen Merosporangien und *P. curvata* Baijal & Mehrotra mit zweisporigen Merosporangien. Bei beiden Pilzen soll sich der apikale Teil der Merosporangien durch Sprossung aus dem basalen Teil bilden. *P. curvata* soll sich durch gebogene letzte Auszweigungen der Dichotomien von *P. lepidula* unterscheiden. Da uns die Bildtafeln nicht zur Verfügung standen, konnten wir die übrigen angegebenen Unterschiede (Form der Kopfzelle) nicht nachprüfen.

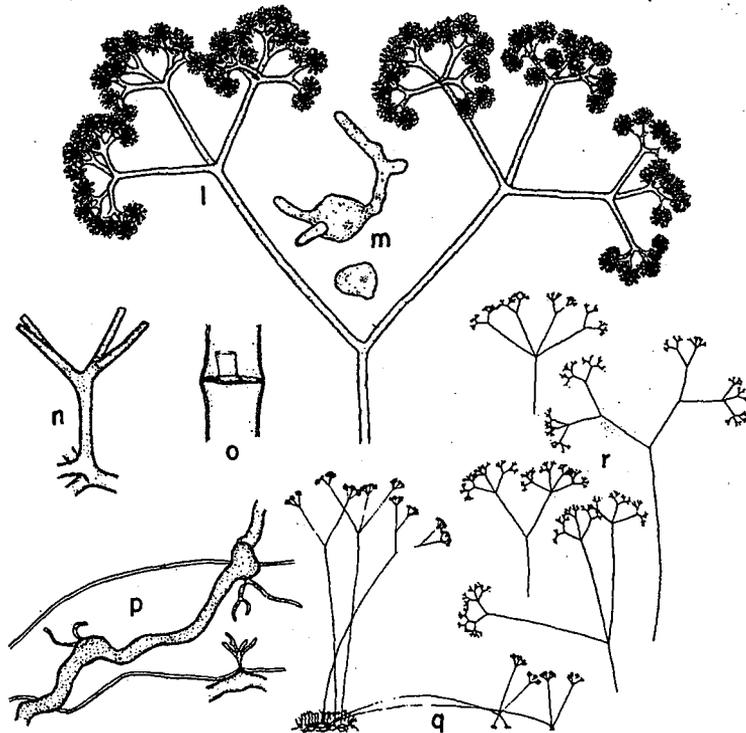
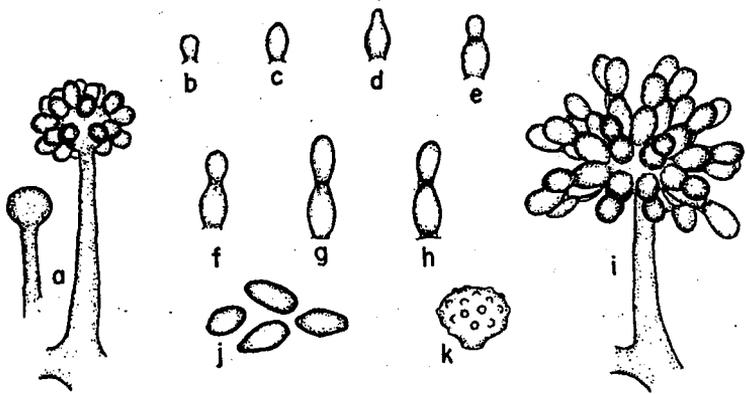


Abb. 136. *Piptocephalis lepidula*; a-i Kopfzelle und Entwicklung der Merosporangien, j Sporen, k Kopfzelle nach Abfall der Sporangien, l, n, r, q, Verzweigung der Sporangienträger, m keimende Sporen, o Querwand einer fertilen Hyphe, p Haustorien in eine Wirtshyphe eindringend (n. Benjamin 1959)

7. *Piptocephalis lemonnieriana* Vuillemin 1902

Bull. séanc. Soc. Sc. Nancy, 3. sér. 3, 21 (Abb. 57 - 74).

Träger etwa 0,5 mm hoch, erst weiß, später braun; ohne Rhizoiden, wiederholt gabelig geteilt. Träger und z. T. auch die Verzweigung streifig. Hauptachse $9\ \mu$ dick, im unteren Teil mit tubenartig durchbrochenen Septen. Letzte Auszweigung $1,5 - 1,75\ \mu$ dick. Kopfzelle fast kugelig, $5 - 6\ \mu$, mit etwa 20, über die ganze Oberfläche verteilten sporangientragenden Warzen. M e r o s p o r a n g i e n zweisporig, an der Basis manchmal verzweigt. S p o r e n durch Aufteilung des Protoplasmas im Merosporangium gebildet, oval bis ellipsoidisch, $2,2 \times 4,75\ \mu$.

Parasitisch auf *Mucor fragilis* (Vuillemin 1902).

8. *Piptocephalis tieghemiana* Matruchot 1900

Bull. Soc. Myc. Fr. 16, 58 (Abb. bei van Beyma 1944, Benjamin 1966) Abb. 137 /14

P. macrospora van Beyma 1944, Antonie van Leeuwenhoek J. Microbiol. Serol. 10, 42 (fide Benjamin 1966)

Sporangienträger wiederholt gabelig verzweigt, wenig septiert, hyalin bis blaßbraun. Hauptachse $4 - 7\ \mu$, nach B. S. Mehrotra (1967) mit tubenartig durchbrochenen Septen, Zweige $1,5 - 5\ \mu$ dick. Die Endauszweigungen tragen eine kugelige, farblose, $2,5 - 5,5$ (-10) μ dicke Kopfzelle. Von dieser gehen die meist 2-sporigen, gelegentlich 3-sporigen, $2 - 4 \times 8 - 12\ \mu$ großen Merosporangien strahlig aus. S p o r e n zylindrisch, glatt, farblos, $2,5 - 4 \times$ ($2,5-$) $4 - 6\ \mu$. Die Kopfzellen fallen mit den Sporen ab. Matruchot (1899) beobachtete Zygotenbildung.

Nach Benjamin (1966) kann die Teilung in einem Merosporangium unterbleiben, so daß nur eine große Spore entsteht. Dies kann zu Irrtümern führen (vgl. *P. macrospora*).

Auf Erbsen, Bohnen etc., parasitisch auf *Rhizopus nigricans* (Matruchot 1899); Indien auf Eichhörnchenkot (B. S. Mehrotra 1967); Java, parasitisch auf *Circinella umbellata* und *Rhizopus nigricans* (Boedijn 1958); USA., Californien (Benjamin 1966).

P. brijmohanii Mukerji 1968, Mycologia 60, 326, ist wahrscheinlich = *P. tieghemiana*. Mukerji hat jedoch homothallisch gebildete Zygoten ($30 - 35\ \mu$) beobachtet.

9. *Piptocephalis sphaerospora* van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 150 (Abb. 160 - 164).

Sporangienträger unmittelbar aus dem Mycel entspringend, ohne Rhizoiden, bis 0,5 mm hoch. Kopfzelle kugelig, mit zahlreichen Höckerchen, auf denen die 3- bis 8-sporigen M e r o s p o r a n g i e n stehen. S p o r e n kugelig, farblos, $2 - 3\ \mu$.

Frankreich, auf *Mucor* und auf *Chaetocladium* (van Tieghem 1875).

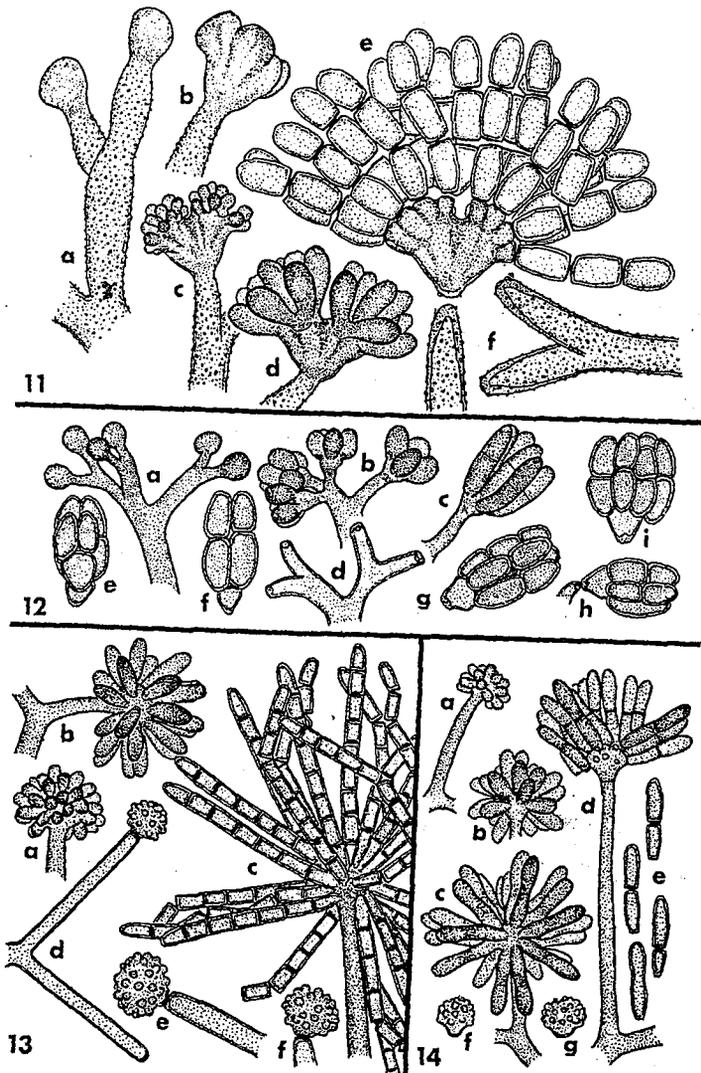


Abb. 137. Merosporangienentwicklung mehrerer *Piptocephalis*-Arten; 11 *P. arrhiza*; 12 *P. microcephala*; 13 *P. cylindrospora*; 14 *P. tieghemiana* (n. Benjamin 1966)

10. *Piptocephalis fuispora* van Tieghem 1875

Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 146 (Abb. 137 - 145; Abb. auch bei Morini 1905).

Sporangienträger aufrecht, bis 2,5 mm hoch, mit Rhizoiden, an langen Ausläufern stehend, nahe der Basis 10 - 20 μ dick, im Alter braun und streifig, im oberen Teil 5 - 8mal dichotom verzweigt. Septen in der Trägerachse mit tubenförmigen Durchbrechungen. Dichotomien ohne Septen. Kopfzelle kugelig, 5 - 7 μ , mit zahlreichen kleinen Höckerchen, an denen die 3- bis 5-sporigen *Merosporangien* stehen. Sporen spindelförmig, 2 - 2,5 x 3,5 - 5,5 μ , schwach gelblich. Morini (1905) beobachtete *Zygoten*, schwarzbraun, 42 - 50 μ , mit Warzen.

Meist auf *Mucor*-Arten. Frankreich (van Tieghem 1875, Ling-Young 1930); Holland (Oudemans 1902); Polen Krzemieniewska & Badura 1954); China (Ou 1940).

11. *Piptocephalis cylindrospora* Bainier 1882

Thèse, S. 92 (Abb. 15 - 17; Abb. auch bei Leadbeater & Mercer 1956, Benjamin 1959, 1966) Abb. 137/13, 138 b, c.

P. virginiana Leadbeater & Mercer 1957, Trans. Brit. Mycol. Soc. 40, 461.

Nach Benjamin (1959, 1966) auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar *Rasen* gelb-bräunlich, bis 1,5 cm hoch. Sporangienträger aufrecht, oft umfallend und dann stolonenähnlich, ohne Rhizoiden, im unteren Teil 4 - 7 μ dick, glatt, septiert. Durchbrechungen in den Septen ohne tubenartige Verlängerungen. Der obere Teil des Trägers 7 - 9 μ dick, septiert, bei älteren Trägern schwach streifig. Aus jedem der zwei 30 - 130 μ langen Primärzweige entspringen zwei 200 - 950 μ lange Sekundärzweige. Kurze Tertiär- und lange Quartärzweige sowie weitere Zweige können folgen. Sekundär- und Folgezweige dichotom geteilt. Letzte Auszweigungen 2,6 - 3,1 x 5 - 35 μ . Kopfzelle kugelig, 5,2 - 8,7 μ , mit 20 - 37 zwei bis 11-sporigen *Merosporangien*. Sporen zylindrisch, 2,2 x 3,5 - 7,4 μ . Matruchot (1900) beobachtete *Zygoten*. Nach Leadbeater & Mercer (1956) sind sie kugelig (27 - 42 μ), erst orangefarbig, später nahezu schwarz, meist mit großen Öltropfen. Wand 2 - 3 μ dick, Exospor narbig. Nach Benjamin (1959) homothallisch.

Frankreich, auf Mucorineen (Bainier 1882, Ling-Young 1930); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); USA., Californien (Benjamin 1959, 1966).

P. virginiana, in einer Höhle in Virginia (USA.) gefunden, unterscheidet sich der Beschreibung nach nicht von *P. cylindrospora*. Die als *P. virginia* beschriebene Isolierung ließen Leadbeater & Mercer (1957), Berry & Barnett (1957) und Berry (1959) auf einer Reihe verschiedener Wirtspilze wachsen, wobei lediglich Mucorineen parasitiert wurden, darunter *Mortierella pusilla* und *Mycotypha microspora*. Letzterer wurde im Gegensatz zu den übrigen Mucorineen schwer geschädigt.

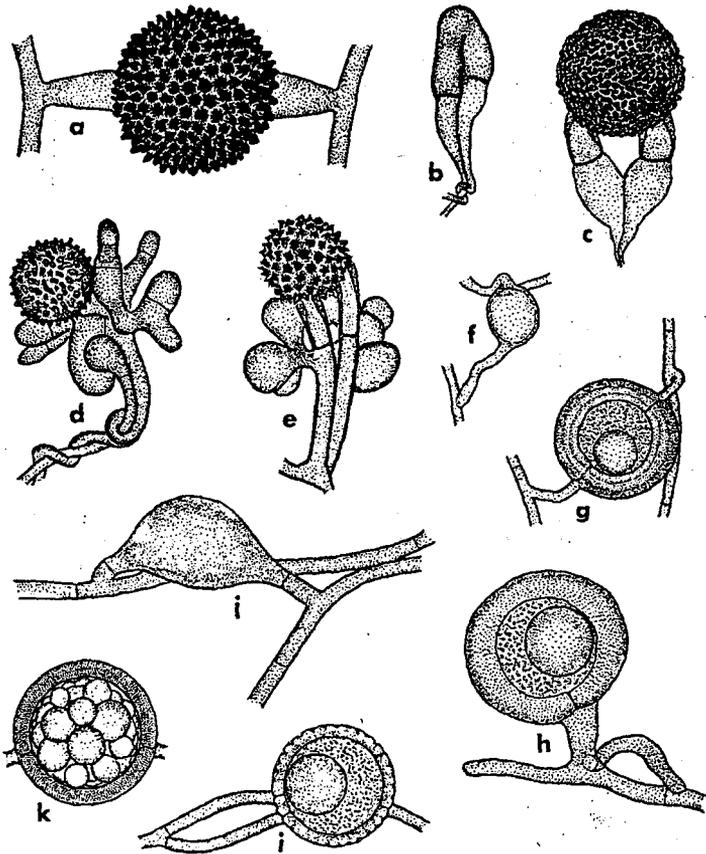


Abb. 138. Zygotenbildung bei merosporangialen Arten; a *Syncephalastrum racemosum*; b, c *Piptocephalis cylindrospora*; d *Syncephalis nodosa*; e *S. cornu*; f, g *Dimargaris arida*; h *Dispira parvispora*; i *Tieghemiomyces californicus*; j, k *Coemansia mojavenensis* (n. Benjamin 1966)

12. *Piptocephalis corymbifer* Vuillemin 1887

Bull. Soc. Mycol. France 3, 111.

Sporangienträger zu 4 oder mehreren beisammenstehend, Trägerachse bis 2 mm lang, mit Rhizoiden, an Ausläufern. Erste Auszweigungen der Träger bis $15\ \mu$ dick, letzte nur $4\ \mu$. Träger stark septiert. Septen im unteren Teil des Trägers mit tubenartigen Durchbrechungen, ältere Träger zümtbraun, mit Längsstreifen. Kopfzelle kurz birnförmig, oben breit abgeflacht, $14 - 16\ \mu$ breit, mit lappig gekerbtem Rand und auf der Oberseite mit etwa 20 klei-

nen Höckern, auf denen die 3-sporigen *Merosporangien* sitzen. Die Kopfzelle fällt meist erst nach den *Merosporangien* ab. Sporen zylindrisch, $3 \times 5 - 7,5 \mu$.

Frankreich, zwischen verschiedenen Mucorineen auf Pferdemist (Vuillemin 1887).

13. *Piptocephalis repens* van Tieghem 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 364 (Abb. 107 - 109; Abb. auch bei Bainier 1882, Ou 1940).

Sporangienträger aufrecht, mit Rhizoiden, an weit rankenden Ausläufern. Träger 1,5 - 10 mm hoch, 10 - 20 μ dick, septiert, im Alter braun und streifig, im oberen Teil 6 - 8mal dichotom verzweigt. Kopfzelle verkehrt kegelig, 15 - 22 μ breit, im oberen Teil mit Höckerchen. *Merosporangien* zahlreich, 4- bis 5-sporig. Sporen kurz zylindrisch, 3 - 4 x 4 - 8 μ . Frankreich, auf Mucorineen (van Tieghem 1873, Ling-Young 1930); China, auf *Mucor mucedo* (Ou 1940); USA., Californien (Benjamin 1959).

14. *Piptocephalis arrhiza* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 366 (Abb. 110, 111; Abb. auch bei Benjamin 1959, 1966, Indoh 1962 b) Abb. 137/11

Träger nicht an Ausläufern, ohne Rhizoiden, dichotome Verzweigungen mit vielen Querwänden. Kopfzelle tief eingebuchtet, groß. *Merosporangien* 2- bis 3-sporig, Sporen 4 - 8 μ lang, kurz zylindrisch. Zygoten nach Spegazzini (1891) warzig, 15 - 20 μ , nach Benjamin (1959) 25 - 45 μ . Auf Mucorineen. (Van Tieghem & Le Monnier 1873); Japan (Indoh 1962 b); USA. (Benjamin 1959); Argentinien (Spegazzini 1891).

15. *Piptocephalis freseniana* De Bary 1865

Abh. Senckenb. Natf. Ges. 5, 356 (Abb. 17 - 19; Abb. auch bei Brefeld 1872) Abb. 139

Sporangienträger ohne Ausläufer und Rhizoiden, 9 - 15 mm hoch, bis 19 μ dick, streifig. Kopfzelle verkehrt kegelig, auf dem breiten Scheitel mit bis zu 30 Höckerchen, an denen die 3- bis 5-sporigen *Merosporangien* stehen. Sporen 1,8 - 4 x 4 - 8 μ . Zygoten 20 - 40 μ , stachelig durch kegelartige Fortsätze.

Häufig. Deutschland (Zycha 1935); Frankreich (Mangin 1899); Holland (Oudemans 1902).

16. *Piptocephalis cruciata* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 149 (Abb. 154 - 159; Abb. auch bei Schröter 1886).

Von *P. freseniana* dadurch unterschieden, daß die Kopfzelle seitlich vier- oder mehrlappig ausgebuchtet ist und von oben gesehen sternförmig erscheint. Letzte Auszweigungen der Dichotomien sehr lang, wodurch die



Abb. 139. *Piptocephalis freseniana* (n. Brefeld 1872 aus Zycha 1935)

einzelnen Köpfchen auseinandergerückt werden. S p o r e n stäbchenförmig, $3 \times 6 \mu$.

Frankreich, auf *Mucor* (van Tieghem 1875); Schlesien (Schröter 1886).

Zweifelhafte Arten:

P. monospora Mangin 1899, J. Bot. 13

P. sphaerocephala Mangin 1899, J. Bot. 13

P. dichotomica Krzemieniewska & Badura 1954, Act. Soc. Bot. Poloniae 23, 733 (Abb. 1, 11). Merosporangien mit bis zu 4 zylindrischen, $2,3 - 2,9 \times 4,1 - 5 \mu$ großen Sporen. Da Angaben über die Kopfzelle fehlen, ist die Art nicht genügend gekennzeichnet.

P. debaryana B. S. Mehrotra 1960, Proc. Nat. Acad. Sci. India, Sect. B. 30, IV, 1960, 370 - 371 (Abb. 1, 2). Offenbar = *P. cruciata*.

II. SYNCEPHALIS van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 372.

Hyphen spinnenwebenartig die Wirtshyphen überziehend. Sporangienträger meist unverzweigt, nur gelegentlich mit Querwänden, die aber nie Durchbrechungen zeigen, mit Rhizoiden. Die Sporangienträger erweitern sich an der Spitze zu keuligen oder kugeligen Blasen (Kopfzellen), welche die Merosporangien direkt oder auf Basalzellen tragen. Merosporangien stäbchenförmig, einfach oder verzweigt, mit 2 oder mehreren Sporen. "Stylosporen" sollen bei einigen Arten vorkommen. Zygoten wie bei *Piptocephalis*.

Entwicklung und Keimung der Sporen wurde von Benjamin (1959) und Indoh (1962 a) näher untersucht.

Alle Arten leben parasitisch auf anderen Pilzen, meist auf *Mucorales*, s. a. Ellis (1966).

1. Ein Merosporangium je Basalzelle (2)
Mehrfere Sporangien auf einer Basalzelle (13)
2. Sporangienträger gerade (3)
Sporangienträger gekrümmt (12)
3. Träger an der Basis bauchig erweitert 1. *S. ventricosa* (S. 272)
Träger an der Basis nicht bauchig (4)
4. Merosporangien federbuschartig herabhängend 2. *S. pendula* (S. 272)
Merosporangien aufrecht (5)
5. Merosporangien 2-sporig 3. *S. nana* (S. 273)
Merosporangien mehrsporig (6)
6. Merosporangien nur auf einer Seite der Kopfzelle stehend .. 4. *S. plumigaleata* (S. 273)
Merosporangien symmetrisch auf der Kopfzelle angeordnet (7)
7. Merosporangien auf der abgeflachten Kuppe der Kopfzelle (8)
Kopfzelle nicht abgeflacht (9)
8. Sporen unter 5 μ ; Merosporangien kreisförmig auf der Kopfzelle stehend
..... 5. *S. obconica* (S. 273)
Sporen über 5 μ ; Merosporangien nicht kreisförmig angeordnet. .. 6. *S. truncata* (S. 275)
9. Merosporangien 7- bis 15-sporig 7. *S. rapacea* (S. 275)
Merosporangien 3- bis 8-sporig (10)
10. Sporen bis 7 μ lang 8. *S. furcata* (S. 275)
..... 9. *S. tengi* (S. 275)
Sporen länger (11)
11. Sporen bis 11 μ lang 10. *S. sphaerica* (S. 276)
Sporen bis 14 μ lang 11. *S. tranzschelii* (S. 277)

12. Sporangienträger in der Krümmung erweitert, Sporen bis $13\ \mu$ lang 12. *S. cornu* (S. 278)
 Sporangienträger in der Krümmung nicht erweitert, Sporen $6 - 8\ \mu$ 13. *S. reflexa* (S. 278)
13. Merosporangien stets 2-sporig (14)
 Merosporangien mit je 2 - 7 Sporen (15)
 Merosporangien mit mehr als 7 Sporen (18)
14. Basalzellen keulig 14. *S. wynneae* (S. 278)
 Basalzellen herzförmig 15. *S. fusiger* (S. 279)
15. Basalzellen keulenförmig, Merosporangien stets 3-sporig .. 16. *S. pycnosperma* (S. 279)
 Basalzellen dreieckig, Merosporangien 2- bis 5-sporig (16)
16. Alte Sporangienträger mit knotenartigen Erweiterungen 17. *S. nodosa* (S. 279)
 Sporangienträger ohne Erweiterungen (17)
17. Sporangienträger bis $0,1\ \text{mm}$ lang 18. *S. minima* (S. 279)
 Sporangienträger bis $0,4\ \text{mm}$ lang 19. *S. fasciculata* (S. 280)
 Sporangienträger bis $1\ \text{mm}$ lang 20. *S. asymmetrica* (S. 280)
18. Merosporangien 7- bis 8-sporig 21. *S. aurantiaca* (S. 280)
 Merosporangien mit mehr als 8 Sporen (19)
19. Je Kopfzelle 3 - 5 Basalzellen, Sporen kugelig 22. *S. tetrathela* (S. 280)
 Je Kopfzelle zahlreiche Basalzellen, Sporen zylindrisch (20)
20. Sporangienträger bis $3\ \text{mm}$ lang 23. *S. cordata* (S. 281)
 Sporangienträger kürzer (21)
21. Basalzelle einfach oder einmal herzförmig geteilt und dann mit 2 Merosporangien 24. *S. intermedia* (S. 281)
 Basalzelle mit mehreren Sporangien (22)
22. Basalzellen ringförmig angeordnet 25. *S. depressa* (S. 281)
 Basalzellen verteilt 26. *S. penicillata* (S. 282)

1. *Syncephalis ventricosa* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 133 (Abb. 132 - 135).

Sporangienträger etwa $80\ \mu$ hoch, die untere Hälfte bis zu fast kugelige Gestalt erweitert, Köpfcchen höchstens halb so breit wie diese Erweiterung, farblos, mit zahlreichen verkehrt kegelförmigen Basalzellen, deren jede ein *Merosporangium* mit $6 - 10$ kugelförmigen, $3\ \mu$ großen glatten farblosen Sporen trägt. Möglicherweise pathologische Form einer anderen Art.

Zwischen Mucorineen auf Hundexkrementen.

2. *Syncephalis pendula* van Tieghem 1876

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 4, 388 (Abb. 112, 113).

Kopfzelle farblos, mit zahlreichen Basalzellen, deren jede ein *Merosporangium* trägt. Letztere sind sehr lang, enthalten $20 - 40$ zylindrische, $2\ \times$

4 μ große, glatte farblose Sporen und hängen federbuschartig nach allen Seiten herab.

Auf *Absidia repens*.

3. *Syncephalis nana* Dade 1937

Trans. Brit. Mycol. Soc. 21, 21 (Abb. 2; Abb. auch bei Benjamin 1959).

Mycelzart, Stolonen und Sporangienträger des Wirtes mit intracellulären Hyphen ausfüllend. Sporangienträger des Parasiten an der Basis 8 μ dick, nahe der Spitze 2 - 3 μ . Fuß mit kurzen dichten Rhizoiden. Kopfzelle birnförmig, 15 - 20 μ breit, auf dem oberen etwas abgeflachten Teil stehen 30 - 40 Merosporangien. Die Zeichnung des Autors läßt vermuten, daß in den zweisporigen Merosporangien die zweite Spore durch Sprossung aus der ersten Spore entstanden ist. Benjamin (1959) hat jedoch gefunden, daß die Sporenentwicklung nicht durch Sprossung erfolgt. Nach Abfallen der Merosporangien bleiben auf der Kopfzelle warzige Erhebungen zurück. Merosporangien 16 - 22 μ lang, mit je zwei 4 x 10 - 12 μ großen Sporen. Zygoten nicht beobachtet.

Goldküste, auf *Absidia corymbifera* an Kakaobohnen.

4. *Syncephalis plumigaleata* Embree 1965

Amer. J. Bot. 52, 737 (Abb. 1 - 13).

Sporangienträger unverzweigt, mit Rhizoiden, 200 - 675 μ lang, an der Basis 10,5 - 12,5 μ dick, oben 7 - 9 μ . Kopfzelle kugelig, 36 - 58 μ . Merosporangien zahlreich, nur auf einer Seite der Kopfzelle stehend, unverzweigt, 3,5 - 4,5 x 30 - 40 μ , mit je 4 - 6 Sporen. Sporen fein punktiert, oval, 3,5 - 4,5 x 6,5 - 10 μ . Nach Abfallen der Sporangien sind auf der Kopfzelle warzige Erhebungen erkennbar. Zygoten unbekannt. Parasitisch auf verschiedenen Mucorineen. Nicht auf *Chaetomium* und *Sordaria*. Die Sporen keimen auch ohne Wirtspilz.

Südrhodesien, auf Nagetierkot (Embree 1965); Indien, Walderde, auf *Mucor* sp. (B. S. Mehrotra 1967).

5. *Syncephalis obconica* Indoh 1962

Sci. Rep. Tokyo, Kyoiku Daig. Sect. B, 11, 17 (Abb. 10; Tf. III) Abb. 140

Vegetative Hyphen dünn. Sporangienträger 200 - 250 μ lang, nahe der Basis 4 - 6 μ dick, oben 2,5 - 3,5 μ , farblos, mit Rhizoiden. Kopfzelle umgekehrt kegelförmig, 9,5 - 18 μ an der breitesten Stelle, 15 - 19 μ hoch, mit 17 - 27 Merosporangien, die kreisförmig auf der abgeflachten Kuppe stehen. Merosporangien auf Warzen der Kopfzelle, unverzweigt, zylindrisch, 32 - 44 μ lang, mit 5 - 7 Sporen. Sporen zylindrisch, 2 - 3 x 4 - 4,5 μ .

Japan, auf *Mucor* sp. in Walderde.

Nach Indoh ist eine kreisförmige Anordnung der Merosporangien auf der Oberseite der Kopfzelle auch bei *S. depressa* und bei *S. nodosa* zu erkennen.

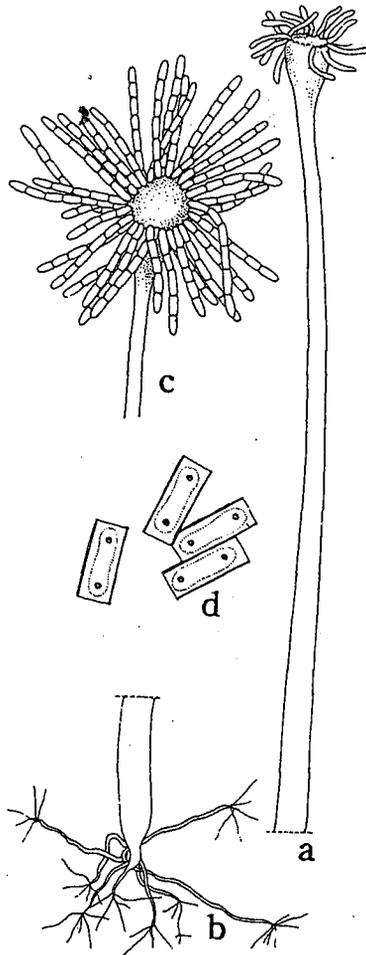


Abb. 140. *Syncephalis obconica* (n. Indoh 1962)

6. *Syncephalis truncata* Boedijn 1958

Sydowia, Ann. Mycol. Ser. II, 12, 353 (Abb. 11).

Sporangienträger hellgelb, 540 - 720 μ lang. Rhizoiden an der Basis 3 - 6 μ dick, z.T. septiert. Träger an der Basis 15 - 33 μ dick, nahe der Spitze 9 - 12 μ . Hier erweitert sich der Träger trichterförmig, die flache, abgestumpfte Oberseite des Trichters, 35 - 40 μ breit, trägt die parallel stehenden, 3 x 26 - 39 μ großen, 4 Sporen enthaltenden Merosporangien. Sporen zylindrisch, farblos, glatt, 1,5 - 2,5 x 5,5 - 8 μ .

Java, auf *Pilobolus kleinii*.

7. *Syncephalis rapacea* Indoh 1962

Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sect. B, 11, 6 (Abb. 3, 4; Tf. I A)

Vegetative Hyphen spinnenwebenartig, etwa 2 μ dick. Sporangienträger aufrecht, einzeln stehend, 280 - 720 μ hoch, 17 - 29 μ dick nahe der Basis und 4,2 - 7 μ unter der Kopfzelle, blaßgelb. Basis mit einem Rhizoidensystem. Kopfzelle keulig, 18 - 36 μ im Durchmesser, mit vielen Merosporangien in der oberen Hälfte, nach deren Abfallen gelbe, kleine Warzen zurückbleiben. Merosporangien unverzweigt, gelb, 2 - 2,4 μ dick, 42 - 80 μ lang, mit je 7 - 15 Sporen. Sporen zylindrisch, 2 - 2,4 x 5 - 6 μ , bei der Reife mit 2 polaren Öltröpfchen, in Masse gelb bis bräunlich.

Japan, auf *Mucor* sp., *Absidia* sp. und *Zygorhynchus* sp. im Boden und auf Kot von Pflanzenfressern.

B. S. Mehrotra (1967) hat "*S. rapacea*" in Indien gefunden, jedoch sind die Merosporangien bei seiner Isolierung z. T. verzweigt.

8. *Syncephalis furcata* van Tieghem 1876

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 4, 386 (Abb. 108, 109).

Sporangienträger etwa 250 μ lang, meist einmal gabelig verzweigt. Auf der kugeligen Kopfzelle zahlreiche Merosporangien mit je 4 - 6 tonnenförmigen, farblosen, glatten Sporen, 3 x 6 μ .

Frankreich, auf Pferdemist auf *Mucor* (van Tieghem 1876, Ling-Young 1930).

9. *Syncephalis tengi* Ou 1940

Sinensia 11, 48 (Abb. 5, 16).

S. fuscata Indoh 1962, Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daig., Sect. B. 11, 10.

Sporangienträger aufrecht, einfach, bis 800 μ lang, bis 20 μ dick an der Basis, nach oben verzüngt. Rhizoiden vorhanden. Kopfzelle oval bis kugelig, bis 65 μ , mit vielen Merosporangien, nach deren Abfallen kleine Warzen zurückbleiben. Merosporangien unverzweigt, mit 4 - 8 Sporen. Sporen zylindrisch, 3 x 3,5 - 6,5 μ .

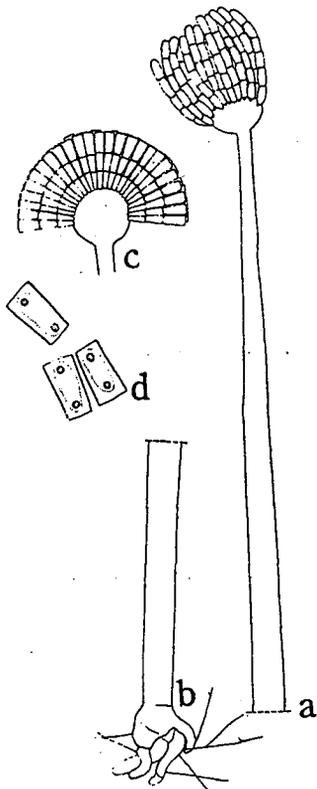


Abb. 141. *Syncephalis sphaerica* (n. Indoh 1962)

Die Artbeschreibung von Ou und Indoh entspricht der von B. S. Mehrotra & Prasad (1965) für *S. furcata* gegeben. Die von van Tieghem (1876) für *S. furcata* als charakteristisch angegebene einfache gabelige Verzweigung zeigte sich in den Kulturen der genannten anderen Autoren nur selten (Indoh) oder gar nicht (Ou 1940).

China, Japan, auf *Mucor* sp. und *Zygorhynchus* sp. in Erde und auf tierischen Exkrementen.

10. *Syncephalis sphaerica* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 125 (Abb. 105 - 109; Abb. auch bei Indoh 1962) Abb. 141

Vegetative Hyphen spinnwebenartig, $0,5 \mu$ dick. Sporangienträger aufrecht, einzeln stehend, $240 - 700 \mu$ lang, an der Basis $8 - 35 \mu$ dick, $5 - 10 \mu$ unter der Kopfzelle, selten septiert. Rhizoiden vorhanden. Kopfzelle kugelig, $15 - 45 \mu$, in der oberen Hälfte mit einem dichten Büschel von *M e r o s p o r a n g i e n*, mit je $3 - 6$ (10) Sporen. S p o r e n kurz zylindrisch oder stäbchenförmig, $2,2 - 4 \times 4,5 - 11 \mu$, in Masse schwach gelb.

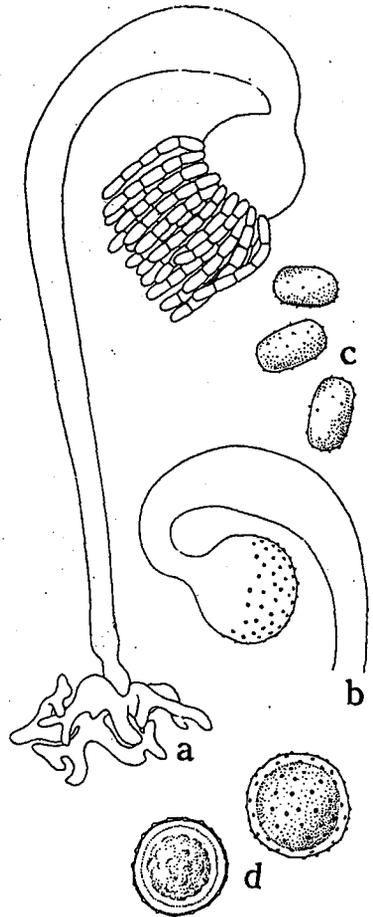


Abb. 142. *Syncephalis cornu* (n. Indoh 1962)

Auf Pferdemist bewohnendem *Mucor* (van Tieghem 1875); Madeira, Erde (Zycha 1935); China, auf *Mucor* sp. (Ou 1940); Indien, auf *Mucor abundans* in Walderde (B. S. Mehrotra 1967); Japan, auf *Mucor*-Arten im Boden und auf Tierkot (Indoh 1962); USA., Massachusetts (Farlow 1878), North Carolina (Christenberry 1940); Kanada, Manitoba (Bisby et al. 1929); Australien, Heideboden (McLennan & Ducker 1954).

11. *Syncephalis tranzschelii* Naumov 1935

Clés *Mucor*. 1939, S. 102.

Ähnlich *S. sphaerica*, doch Sporen $5,5 \times 11 - 14 \mu$.

12. *Syncephalis cornu* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 376 (Abb. 124, 125; Abb. auch bei van Tieghem 1875, Bainier 1882, Léger 1895, Schröter 1897, Thaxter 1897, Möller 1901, Vuillemin 1903, Indoh 1962 a, B. S. Mehrotra & Prasad 1965, Benjamin 1959, 1966) Abb. 138e, 142.

S. curvata Bainier 1882, Thèse, Paris, (fide Berlese & De Toni 1888).

Sporangienträger 90 - 300 μ lang, etwa 10 μ dick, nahe der Spitze stark gekrümmt und in der Krümmung auf etwa 26 μ erweitert. Köpfchen bis 30 μ breit, oben von etwa 30 - 40 Merosporangien bedeckt. M e r o s p o r a n g i e n 2,5 - 6 x 18 - 40 μ , mit je 3 - 6 Sporen. Mehrotra & Prasad (1965) fanden auch verzweigte Merosporangien. S p o r e n ellipsoidisch bis länglich, 2,5 - 6 x 5 - 13 μ , in Masse gelblich, nach Boedijn (1958) glatt, nach Indoh (1962 a) und Mehrotra & Prasad (1965) fein stachelig. Z y g o t e n von van Tieghem (1875) beschrieben. Nach Benjamin (1959) werden die Zygoten wie bei *Piptocephalis* ausgebildet. Suspensoren durch Septen abgetrennt. Oft sprossen aus den vor den Septen befindlichen Traghyphen blasige Ausstülpungen. Zygoten kugelig, gelbbraun, bis 32 μ , Exospor mit zahlreichen kegelförmigen Fortsätzen.

Frankreich, auf Mucorineen (van Tieghem & Le Monnier 1873, Bainier 1883); bei Breslau (Schröter 1886); China, auf *Mucor racemosus* (Ou 1940); Indien (Ramakrishnan 1955, B. S. Mehrotra & Prasad 1965); Japan, auf Mucorineen in Erde und auf Tierkot (Indoh 1962 a); Java, auf Mucorineen (Boedijn 1958); Nordamerika (Thaxter 1897).

13. *Syncephalis reflexa* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 134 (Abb. 96 - 101; Abb. auch bei van Tieghem 1876, Bainier 1882 Thaxter 1897).

S. nigricans van Tieghem 1876, Ann. Sc. Nat. 6. sér. 4, 387

(?) *S. glabra* Morini 1902, Mem. Ac. Sc. Ist. Bologna 5. sér. 9, 233

S. adunca Vuillemin 1903, Ann. Mycol. 1, 420.

In der Originaldiagnose ist diese Art durch die fehlende Anschwellung des Trägers in der Krümmung und durch etwas kleinere Sporangienträger (100 - 120 μ) und S p o r e n m a ß e (3 - 4 x 6 - 8 μ) von *S. cornu* unterschieden.

14. *Syncephalis wynneae* Thaxter 1897

Bot. Gaz. 24, 11 (Abb. 5 - 12).

Sporangienträger anfangs weiß, später bräunlich, 400 - 475 μ hoch. Köpfchen mit zahlreichen keuligen, bis 25 μ langen, nicht abfallenden Basalzellen, jede mit bis zu 12 M e r o s p o r a n g i e n. Zwei länglich-ovale, 6 x 16 - 19 μ große S p o r e n je Merosporangium.

Nordamerika, auf dem Ascomyceten *Wynnea macrotus* (Thaxter 1897).

15. *Syncephalis fusiger* Bainier 1882

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 15, 98 (Abb. 18 - 20; Abb. auch bei Bainier 1883 a).

Sporangienträger etwa 2,5 mm hoch, goldgelb. Basalzellen zahlreich, herzförmig, mit je zwei *Merosporangien*, welche stets nur zwei spindelförmige, glatte, gelbe *Sporen* von $8 \times 44 \mu$ enthalten.

Frankreich (Bainier 1882, Ling-Young 1930).

16. *Syncephalis pycnosperma* Thaxter 1897

Bot. Gaz. 24, 11 (Abb. 32 - 38).

Sporangienträger 300 - 350 μ hoch, unten 25 μ , oben 17 μ dick. Basalzellen keulenförmig, etwa 24 μ lang, mit 2 - 4 Erhebungen, von denen jede ein stets 3-sporiges *Merosporangium* trägt. Die Basalzellen fallen nicht ab. *Sporen* 7 - 8 \times 13 - 16 μ , mit dicker Wand.

Nordamerika, auf Mäuse- und Schafmist (Thaxter 1897).

Var. *subglobosa* B. S. Mehrotra & Prasad 1967 hat kugelige bis birnförmige Sporen (6 - 10 \times 7,5 - 11 μ). Indien, auf *Mucor subtilissimus* aus Erde (B. S. Mehrotra 1967).

17. *Syncephalis nodosa* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 131 (Abb. 123 - 131; Abb. auch bei Bainier 1882, Thaxter 1897, Möller 1901, Vuillemin 1902, Morini 1902, Buller 1934, Indoh 1962, Benjamin 1959, 1966). Abb. 138d.

Sporangienträger 100 - 160 μ hoch, 5 - 10 μ dick, unverzweigt, im Alter mit 2 - 4 knotenartigen Erweiterungen. Rhizoiden kurz und dick, unregelmäßig verzweigt. Kopfzelle bis 20 μ breit, farblos oder schwach gelblich, mit 10 - 12 kreisförmig angeordneten Basalzellen, welche sich nach Benjamin (1959) wie Sporen verhalten. Basalzellen mit je 2 - 5 *Merosporangien* mit je 2 - 5 Sporen. *Sporen* tonnenförmig, 3 - 6 \times 6 - 10 μ . Bei der Zygotenbildung umwindet eine der Traghyphen die andere spiralig. *Zygoten* zu mehreren beisammen, Kugelig, 21 μ , mit dickem Exospor und spitzen Fortsätzen, umgeben von den blasigen Anschwellungen der Trägerhyphye. Van Tieghem beobachtete "Stielgemmen" in traubiger Anordnung.

Frankreich (van Tieghem 1875, Bainier 1883); in Schlesien (Schröter 1886); Holland (Oudemans 1902); Rußland (Naumov 1914); Indien, auf Mäuse- und Rattenkot (var. *indica* B. S. Mehrotra 1967); Japan, auf *Mucor*-Arten (Indoh 1962 a); Java, auf *Helicostylum* und *Circinella umbellata* (Boedijn 1958); Nordamerika (Thaxter 1897, Christenberry 1940).

18. *Syncephalis minima* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 376 (Abb. 126 - 128).

Sporangienträger bis zu 100 μ hoch. Basalzellen verkehrt kegelig, mit 3 (2

5) geringen Erhebungen, an welchen die 3- bis 5-sporigen *Merosporangien* sitzen. Sporen farblos, zylindrisch, $1,5 - 2 \times 6 \mu$.

Frankreich (van Tieghem & Le Monnier 1873).

19. *Syncephalis fasciculata* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 130 (Abb. 120 - 122).

Sporangienträger meist zu dreien aus einer Hyphe entspringend, $300 - 400 \mu$ hoch, an der Basis $16 - 20 \mu$, oben $4 - 6 \mu$ dick. Kopfzelle 28μ breit, in den oberen zwei Dritteln mit Warzen, mit zahlreichen herzförmigen Basalzellen, die ein oder zwei *Merosporangien* mit $2 - 4$ zylindrischen, $4 \times 6 \mu$ großen, glatten farblosen Sporen tragen.

Frankreich, Mist (van Tieghem 1875, Ling-Young 1930); Polen (Celakowsky 1906).

20. *Syncephalis asymmetrica* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 375 (Abb. 120, 121; Abb. auch bei Vuillemin 1902, Indoh 1962 a).

Sporangienträger bis 1 mm hoch, gelb bis braun. An der verbreiterten Basis Rhizoiden. Kopfzelle mit zahlreichen herzförmigen Basalzellen, die je zwei 3- bis 5-sporige (nach Indoh 1962 a bis 7-sporige) *Merosporangien* tragen. Sporen zylindrisch, $2 - 4 \times 4 - 8 \mu$, gelblich. Nach Indoh (1962 a) ist auch die Basalzelle als keimfähige Spore zu betrachten.

Frankreich (van Tieghem & Le Monnier 1873, Vuillemin 1902); in Schlesien (Schröter 1886); Japan, auf *Mucor* sp. in Walderde und auf Tierkot (Indoh 1962 a); Java, auf *Helicostylum* und *Circinella umbellata* (Boedijn 1958); USA., in North Carolina (Christenberry 1940).

21. *Syncephalis aurantiaca* Vuillemin 1902

Bull. Sc. Soc. Sc. Nancy, 3. sér. 3, 17 (Abb. 13 - 21).

Sporangienträger $200 - 270 \mu$ hoch, orangegelb oder bräunlich, unten 24μ , oben $10 - 12 \mu$ dick. Köpfchen 30μ breit, mit zahlreichen herzförmigen Basalzellen, von denen jede $2 - 3$ *Merosporangien* mit je $7 - 8$ Sporen von $3,5 - 4 \times 6 - 9 \mu$ trägt.

Frankreich auf Fuchslosung (Vuillemin 1902); Polen in Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954).

22. *Syncephalis tetrathela* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 134 (Abb. 102 - 104).

Sporangienträger nur $40 - 50 \mu$ hoch. Kopfzelle mit 4 ($3 - 5$) kreisförmig angeordneten, auf Warzen stehenden herzförmigen Basalzellen, von denen jede zwei *Merosporangien* mit je $6 - 10$ kugeligen, 4μ großen Sporen trägt. (Kümmerform ?).

Frankreich (van Tieghem 1875).

23. *Syncephalis cordata* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 374 (Abb. 113 - 117; Abb. auch bei Bainier 1882, Schröter 1897, Vuillemin 1902).

Sporangienträger 0,5 - 3 mm hoch, etwa 30 μ dick, anfangs hellgelb, später braun. Kopfzelle eiförmig, 50 - 75 μ breit, mit zahlreichen keil- oder herzförmigen Basalzellen, von denen jede zwei *Merosporangien* mit bis zu 10 tonnenförmigen, 6 x 8 - 10 μ großen *Sporen* trägt.

Frankreich (van Tieghem & Le Monnier 1873, Vuillemin 1902); Deutschland, Pferdemit (Schröter 1886, Zycha 1935); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); China, Mäusekot (Ou 1940).

24. *Syncephalis intermedia* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 127 (Abb. 110 - 115; Abb. auch bei Masee & Salmon 1902).

(?) *S. ramosa* van Tieghem 1875, Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 129.

Sporangienträger 400 - 750 μ hoch, an der Basis 25 - 35 μ , oben 12 μ dick. Kopfzelle umgekehrt eiförmig, bräunlich. Basalzellen zahlreich, einfach oder herzförmig geteilt, mit einem oder zwei bis 12-sporigen *Merosporangien*. *Sporen* 5 - 6 x 5 - 13 μ , schwach gelbbraun, mit fein gestreifter Membran.

Frankreich, auf Mucorineen (van Tieghem 1875); China auf *Mucor* sp. (Ou 1940).

S. ramosa ist nur durch gelegentliches Auftreten verzweigter Sporangien gekennzeichnet, Basalzellen z. T. mit 3 Höckern.

25. *Syncephalis depressa* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sc. Nat. 5. sér. 17, 375 (Abb. 122, 123; Abb. auch bei Bainier 1882, Indoh 1962 a, B. S. Mehrotra & Prasad 1964, Benjamin 1966).

Syncephalidium penicillatum Badura 1963, Allionia 9, 175 (fide Benjamin 1966).

Sporangienträger hellgelb, einzeln oder in Gruppen zu 3 - 6 stehend, aufrecht, einfach, selten ein- oder zweimal an der Spitze oder kurz darunter verzweigt, bis 700 μ lang, 8 - 25 μ an der Basis, oben bis 10 μ dick. Rhizoiden entwickelt. Kopfzelle umgekehrt kegelförmig, abgeflacht, bis 40 μ breit, mit 12 - 19 ringförmig angeordneten Basalzellen, die nach Indoh (1962 a) keimfähige Sporen sind. Sie tragen je 2 - 5 *Merosporangien* mit bis zu 12 Sporen. *Sporen* zylindrisch, in Masse gelblich, 2,2 - 3,5 x 3,5 - 9 μ . *Zygoten* nach Christenberry (1940) kugelig, 30 - 35 μ , mit stacheligem Exospor.

Frankreich, auf Mucorineen (van Tieghem & Le Monnier 1873); Holland (Oudemans 1902); Indien, Maulwurfskot (B. S. Mehrotra & Prasad 1964); Japan (Indoh 1962 a); USA., in North Carolina, auf *Mucor* spec. auf Maulesel- und Kuhdung (Christenberry 1940).

26. *Syncephalis penicillata* Indoh 1962

Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sect. B, 11, 8 (Abb. 2, 5; Tf. I B, C, D).

Vegetative Hyphen dünner als 1μ , im Substrat oder spinnwebenartig das Substrat und die Wirtshyphen überziehend. Sporangienträger in Büscheln stehend, aufrecht, einfach oder nahe der Basis dichotom verzweigt, $6 - 17 \times 210 - 700 \mu$. Rhizoiden gut entwickelt. Kopfzelle umgekehrt eiförmig bis kegelförmig, häufig oben abgestumpft, $14 - 35 \mu$ breit, farblos. Die Merosporangien stehen in einem geschlossenen, *Penicillium*-ähnlichen Bündel auf der oberen Hälfte des Kopfes. Die Merosporangien an der Peripherie sind in eine Basalzelle und 2 - 4 zylindrischen Sporenzweige differenziert, 5 - 10 Sporen je Zweig. Die zentral stehenden, unverzweigten oder einmal in der Mitte verzweigten Merosporangien mit mehr als 10 Sporen. Sporen zylindrisch, fein warzig, $2 \times 5,5 - 8 \mu$, in Masse gelbbraun. Japan, auf *Mucor* sp. und *Cunninghamella echinulata* in Tierkot und im Boden.

Ungenügend beschriebene Arten:

S. drechsleri B. S. Mehrotra & Prasad 1965, *Sydowia* Ann. Mycol Ser. II, 19, 113; (Abb. 29, 41 - 50, Abb. 30, 51 - 57; Abb. auch bei Drechsler 1961). An der Spitze der Kopfzellen sprossen ein oder zwei "Conidien" aus.

Syncephalopsis bispora (Rac.) Boedijn 1958 = *Syncephalis bispora* Raciborski 1909, Bull. Ac. Sci. Cracovie, S. 347 (Abb. 1, 2). Die Kopfzelle mit $1 - 1,5 \times 10 - 12 \mu$ messenden Sterigmen, je Sterigma ein 2-sporiges Merosporangium; Sporen $5 - 6 \times 12 - 14 \mu$.

S. ubatubensis Viegas & Teixeira 1943, *Bragantia* 3, 243.

Acephalis radiata Badura & Badurowa 1964, *Acta Soc. Bot. Poloniae* 33, 507.

7. Familie: SYNCEPHALASTRACEAE

(Naumov 1935 ex Benjamin 1959, Aliso 4, 327)

Vegetative Hyphen hyalin, verzweigt, im Alter septiert. Sporangienträger aufrecht oder liegend und stolonenähnlich, oft mit Rhizoiden. Träger und Verzweigung mit terminalen kugeligen oder eiförmigen Köpfchen (Blasen), welche die *Merosporangien* tragen. Merosporangienwand vergänglich. Sporen kugelig oder oval, durch Teilung des Merosporangiums gebildet. Zygoten dunkel, kugelig, rauh, zwischen nahezu gleich großen Suspensoren, mucorartig. Die Familie umfaßt nur eine Gattung.

SYNCEPHALASTRUM Schröter 1886

Kryptogamenfl. v. Schlesien 3, 1, 217.

Einzig bekannte Art:

Syncephalastrum racemosum Cohn ex Schröter 1886

Kryptogamenfl. Schles. 3, 1, 217 (Abb. bei Thaxter 1897, Bainier 1907, Benjamin 1966) Abb. 138a, 143.

S. nigricans Vuillemin 1887 (fide Zycha 1935)

S. elegans Marchal 1892 (fide Benjamin 1959)

S. cinereum Bainier 1907, Bull. Soc. Mycol. France 23, 222 (fide Zycha 1935)

S. fuliginosum Bainier 1907, Bull. Soc. Mycol. France 23, 223 (fide Benjamin 1959)

S. javanicum Raciborski 1909, Bull. Internat. Acad. Sci. Cracovie, Cl. Sci. Mat. Nat. 1909, S. 347 (fide Zycha 1935, Benjamin 1959)

S. racemosum var. *paucisporum* Moreau 1949, Bull. Soc. Mycol. France 65, 146 (nomen nudum)

Rasen anfangs weiß, später grau, bis 1,5 cm hoch. Sporangienträger erst einfach, nicht septiert, aufrecht oder niederliegend, oft stolonenähnlich mit Rhizoiden, später unregelmäßig verzweigt und septiert. Hauptachse des Trägers 10 - 25 μ dick, mit kugeligem oder ovalem Köpfchen von 30 - 80 μ . Seitenzweige gerade oder stark gekrümmt, 5 - 15 x 20 - 300 μ , Köpfchen der Seitenzweige 10 - 40 μ , unter den Köpfchen stets eine Querwand. Köpfchen sind grau bis bräunlich und auf der ganzen Oberfläche mit Merosporangien besetzt. Merosporangien mit 3 - 18 glatten Sporen, mit einer, seltener mit einer unvollständigen zweiten Sporenreihe. Sporen kugelig oder oval, 3 - 7 μ , seltener länglich oder zylindrisch. Merosporangienwand vergänglich. Zygoten nach Benjamin (1959) auf Hefeextraktstärke-Agar kugelig, 50 - 90 μ , schwarz, mit kegelförmigen Fortsätzen, über dem Substrat an Lufthyphen. Suspensoren gegenüberstehend, hyalin, glatt, nahezu gleich groß. Heterothallisch.

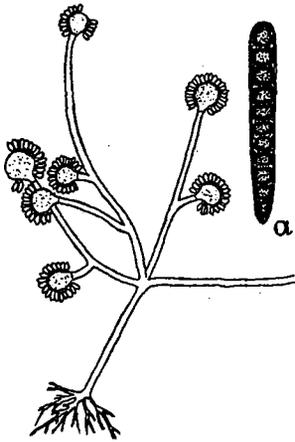


Abb. 143. *Syncephalastrum racemosum*; Sporangienträger (n. Bainier 1907), a Merosporangium (n. Thaxter 1897 aus Zycha 1935)

Benjamin (1959) hat über 30 Isolierungen untersucht. Er kommt zu dem Schluß, daß die Merkmale Blasendurchmesser, Anzahl der Sporen im Merosporangium, Sporengroße und -form und die Farbe des Rasens, die man als Kriterien bei der Beschreibung der einzelnen *Syncephalastrum*-Arten benutzt hat, variabel sind. Bei einer einzelnen Isolierung konnten im Extremfall alle Merkmale der beschriebenen Arten beobachtet werden.

Bei Breslau (Schröter 1886), bei Marburg (Linnemann 1936); Frankreich (Vuillemin 1887, Bainier 1907, Ling-Young 1930); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Badura 1954); Indien (Sen 1943, Saha 1945, Roy 1948, Prakash & Saksena 1952, Rugmini 1956, Agnihothrudu 1961, Roy & Dwivedi 1962, B. S. Mehrotra 1967); Java (Boedijn 1958); Nordamerika (Thaxter 1897, Benjamin 1959), als Luftkeim über Kansas (Kramer et al. 1960); Panamakanalzone (Farrow 1954).

8. Familie: DIMARGARITACEAE

(Benjamin 1959, Aliso 4, 364).

Vegetative Hyphen fein, hyalin, verzweigt, septiert, mit zahlreichen kleinen etwas angeschwollenen Appressorien, die mehr oder weniger verzweigte, nicht septierte Haustorien bilden. Sporangienträger hyalin oder hellfarbig, aufrecht, septiert, einfach oder verzweigt. Zweisporige *Merosporangien* direkt auf der Oberfläche einer terminalen Erweiterung des Trägers oder an endständigen kurzen mehrzelligen Zweigen. *Sporen* hyalin, kugelig bis stäbchenförmig. Septen der Hyphen und Sporangienträger fast aller Arten mit einer Durchbrechung, mit einem charakteristischen Pfropfen, der sich in verdünnter Lauge oder Säure auflöst. Kugelige, dickwandige, hyaline Gebilde aus der Fusion nicht differenzierter Hyphen werden als "Zygoten" angesehen. Fakultative oder obligate Parasiten, meist auf anderen *Mucorales*.

Gattungen der Dimargaritaceae:

1. Merosporangien direkt auf der Oberfläche endständiger, blasenähnlicher Erweiterungen des Sporangienträgers I. *Spinalia* (S. 285)
Merosporangien nicht direkt auf der Oberfläche blasenähnlicher Erweiterungen . . . (2)
2. Sporangienträger ohne sterile Zweige II. *Dimargaris* (S. 287)
Sporangienträger mit zahlreichen sterilen Zweigen (3)
3. Merosporangientragende Zweige zweizellig, zu wenigen bis vielen in terminalen Büscheln stehend III. *Dispira* (S. 293)
Merosporangientragende Zweige 1- bis 3-zellig, seitlich entstehend, einzeln oder in Wirtein gebildet IV. *Tieghemiomyces* (S. 296)

I. SPINALIA Vuillemin 1904

Bull. Soc. Mycol. France 20, 32.

Sporangienträger aufrecht, einfach, seltener verzweigt, mit terminaler Erweiterung, auf der zahlreiche zweisporige *Merosporangien* stehen. Die terminale Zelle des *Merosporangiums* geht stets durch Sprossen aus der basalen Zelle hervor. *Sporen* glatt, ellipsoidisch.

Nur zwei Arten bekannt:

1. *Spinalia radians* Vuillemin 1904

Bull. Soc. Mycol. France 20, 32 (Abb. 1 - 14).

Sporangienträger gelblich, Erweiterungen des Trägers nahezu kugelig, 4 - 30 μ . *Sporen* länglich-ellipsoidisch, 1,8 - 3 x 4,4 - 6,8 μ .

In Frankreich.

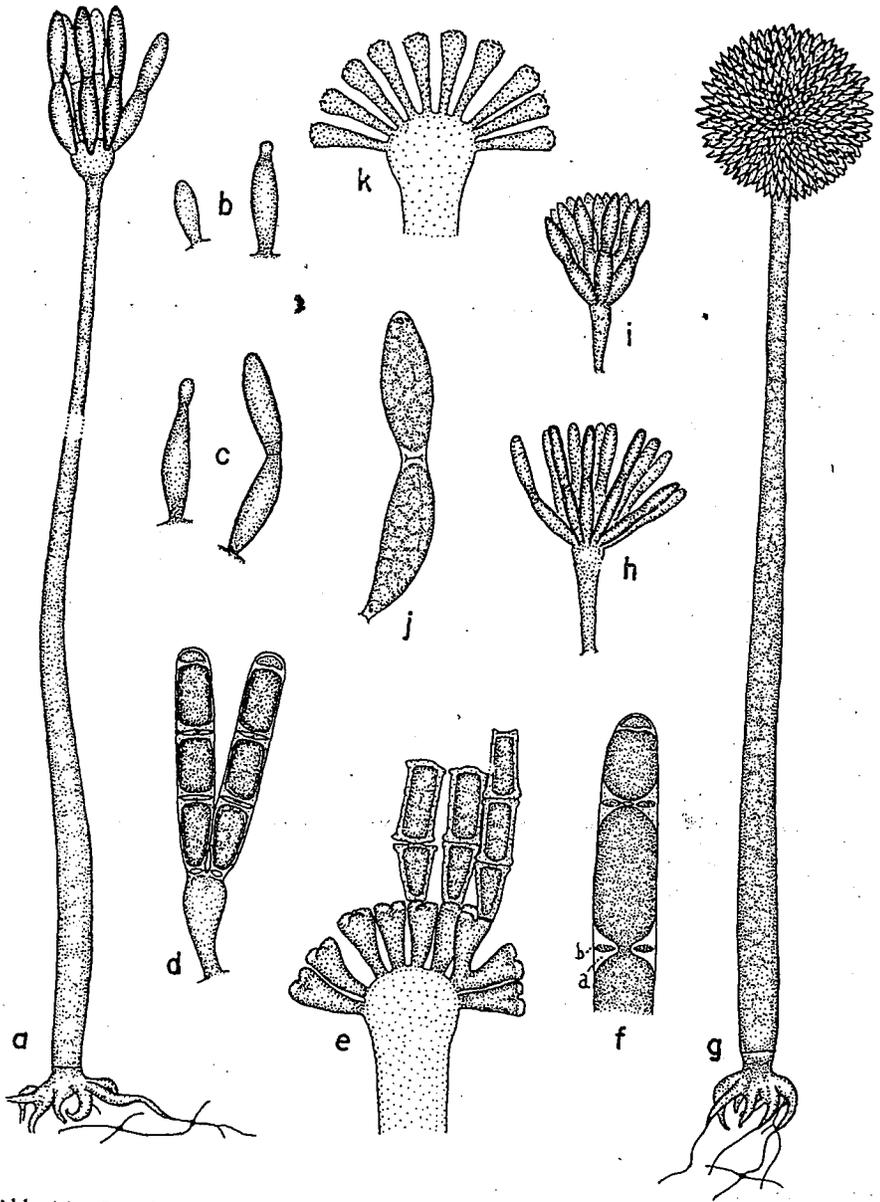


Abb. 144. *Spinalia tenuis*; b, c Entwicklung eines Merosporangiums (n. Thaxter 1897 aus Benjamin 1959)

2. *Spinalia tenuis* (Thaxter) Zychá 1935

Kryptogamenfl. Mark Brandenburg 6, 185 (Abb. bei Thaxter 1897; Abb. auch bei B. S. Mehrotra & Prasad 1965). Abb. 144.

Syncephalis tenuis Thaxter 1897, Bot. Gaz. 24, 12.

Mehrotra & Prasad haben den Pilz auf *Mortierella wolfii* parasitierend auf Heu- und Haferflocken-Agar kultiviert. Hyphen bis $1,5 \mu$ dick, mit stolonien-ähnlichen Strukturen die Wirtshyphen überziehend. Aufrechte, hyaline, glattwandige Sporangienträger über den Rasen verstreut, unverzweigt oder ein- bis zweimal verzweigt, $200 - 450 \mu$ lang, an der Basis $7,5 - 10,5 \mu$ dick, $3,5 - 5,2 \mu$ an der Spitze. Blase $10 - 20 \mu$, in der oberen zwei Dritteln mit Sporangien besetzt. Sporen glattwandig, hyalin, oval bis ellipsoidisch, $8 - 12 \times 13 - 25 \mu$.

Benjamin (1959) weist darauf hin, daß die bei *S. tenuis* vorkommende Art der Sporenbildung bei *Piptocephalis lepidula* und bei den meisten *Dimargaris*-Arten zu beobachten ist.

Nordamerika, auf *Sphagnum* (Thaxter 1897); Polen, Walderde (Krzemieniewska & Dadura 1954); Indien, Erde (B. S. Mehrotra & Prasad 1965).

II. DIMARGARIS van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. Bot. 6, sér. 1, 154.

Sporangienträger aufrecht, septiert (Septen mit den charakteristischen Durchbrechungen und Pfropfen), erst einfach, später unregelmäßig cymös oder wirtelig verzweigt, mit endständig stehenden Merosporangienständen. Diese bestehen aus dichtstehenden kurzen Zweigen, welche die zweizelligen Sporangien tragen. Merosporangientragende Zweige einfach oder verzweigt, aus mehreren übereinanderstehenden Zellen durch apikale oder laterale Sprossung gebildet. "Zygoten" dickwandig, hyalin, glatt oder fein punktiert. (Nach Benjamin 1959).

D. cristalligena, *D. verticillata* und *D. bacillispora* zeigen spärliches Wachstum als Saprophyten auf Medien wie Hefeextraktstärke-Agar und auf Malzextrakt-Hefeextrakt-Agar, wobei nur wenige infektiösfähige Sporen ausgebildet werden. *D. cristalligena* greift nur vegetative Wirtshyphen an.

In Anlehnung an Benjamin (1965)

1. Merosporangientragende Zweige zahlreich, auf endständigen Erweiterungen (2)
Merosporangientragende Zweige in geringer Zahl, nicht auf Erweiterungen (5)
2. Sporangienträger cymös verzweigt (3)
Sporangienträger wirtelig verzweigt (4)
3. Sporangienträger 10 bis 20 mm hoch, Sporangienköpfe bei der Reife verschleimend 1. *D. cristalligena* (S. 288)
Sporangienträger 3 - 4 mm hoch, Sporangienköpfe trocken. . 2. *D. xerosporica* (S. 288)

4. Sporangienköpfe verschleimend; "Zygoten" punktiert 3. *D. verticillata* (S. 290)
Sporangienköpfe trocken; "Zygoten" glatt 4. *D. arida* (S. 290)
5. Endzelle des Merosporangiums durch Sprossung entstehend . . . 5. *D. simplex* (S. 291)
Endzelle durch Teilung (6)
6. Sporangienträger bis 3,5 mm hoch; "Zygoten" gestielt . . . 6. *D. oblongispora* (S. 291)
Sporangienträger 5 - 8 mm hoch; "Zygoten" nicht gestielt. . . 7. *D. bacillispora* (S. 293)

1. *Dimargaris cristalligena* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. 6. sér. 1, 154 (Abb. 165 - 172; Abb. auch bei Benjamin 1959, 1966) Abb. 145

R a s e n auf *Cokeromyces recurvatus* parasitierend (Hefeextraktstärke-Agar) weiß, später rötlichbraun. Vegetative Hyphen hyalin, septiert, verzweigt, 2,5 - 6 μ dick. Haustorien erst einfach, später mehr oder weniger lappig. Sporangienträger aufrecht, septiert, erst einfach, später cymös verzweigt, 5 - 35 mm hoch. Endständige Erweiterungen eiförmig, 25 - 65 μ , auf der ganzen Oberfläche mit zahlreichen länglichen Zweigen, Zweige in der oberen Hälfte wiederholt eingeschnürt und septiert, insgesamt aus 3 - 6 Zellen bestehend. Die unterste Zelle 40 - 75 μ lang und nahezu gleichförmig dick (5 - 8 μ), die darüberstehenden Zellen fortschreitend kürzer und mehr oder weniger keulig oder oval. Alle diese Zellen lassen im oberen Teil 1- bis 3-zellige, kleinere Zweige mit keuligen oder ovalen Zellen aussprossen. Die Zellen der Hauptachse und die der Zweige tragen an den nach der Spitze hin gerichteten Teilen Wirtel von M e r o s p o r a n g i e n mit je 2 Sporen. Der terminale Teil des Merosporangiums entwickelt sich durch Sprossung aus dem basalen. S p o r e n ellipsoidisch oder leicht nierenförmig, 2,6 - 3,9 x 3,9 - 8,7 μ . Die meisten Zellen der merosporangientragenden Zweige lösen sich bei der Reife ab und verschleimen mit den Sporen zu weißen Köpfchen (165 - 290 μ). "Zygoten" farblos, dickwandig, fein punktiert, 55 - 100 μ , mit Öltropfen.

D. cristalligena wird von Zycha (1935) als Synonym von *Dispira cornuta* betrachtet. Dem schließt sich Benjamin (1959), dem wir hier folgen, nicht an.

In Frankreich (van Tieghem 1875); USA. (Benjamin 1959).

2. *Dimargaris xerosporica* (B. S. Mehrotra & Baijal) Benjamin 1965

Aliso 6, 3 (Abb. 1, 2; Abb. auch bei Mehrotra & Baijal 1964).

D. verticillata Benjamin var. *xerosporica* B. S. Mehrotra & Baijal 1964, Zbl. Bakt. II, 118 171.

R a s e n auf *Cokeromyces recurvatus* parasitierend auf Hefeextraktstärke-Agar weiß, im Alter gelbbraunlich. Vegetative Hyphen farblos, septiert, 2 - 4 μ dick. Sporangienträger aufrecht, septiert, farblos, erst einfach, später cymös verzweigt, bis 4 mm hoch, 6 - 10 μ dick. Seitenzweige bis 750 μ lang.

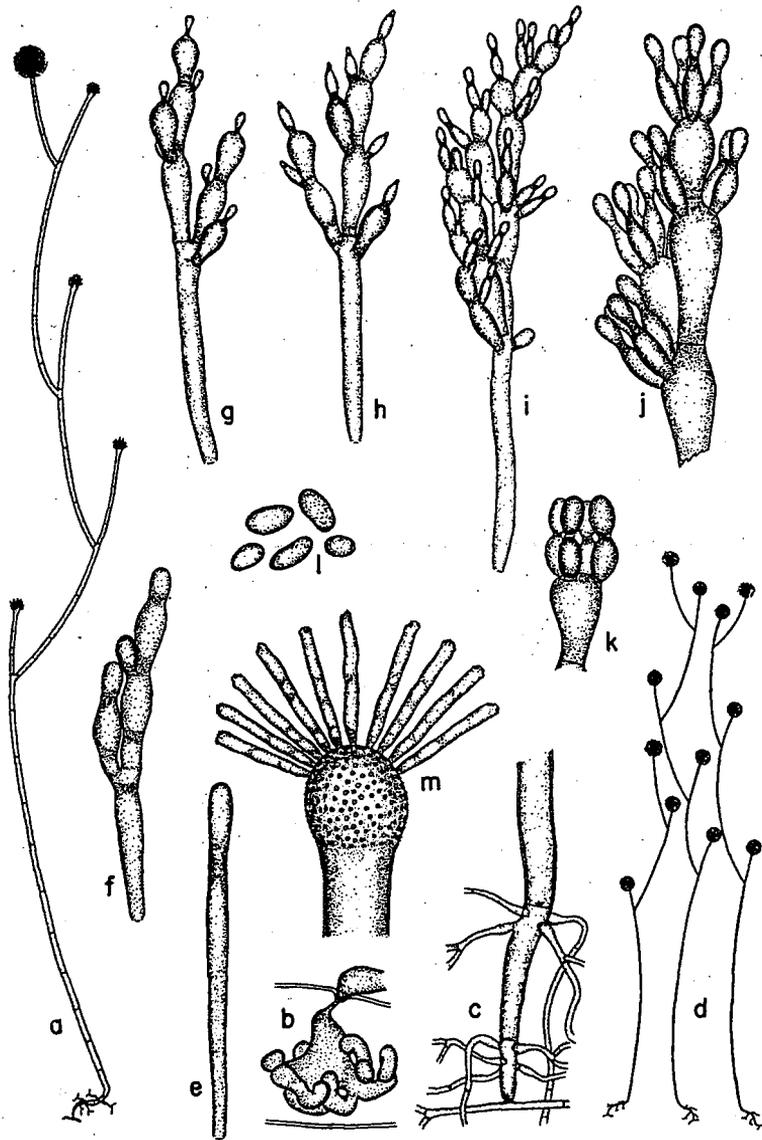


Abb. 145. *Dimargaris cristalligena*; a-d Habitus der Sporangienträger, Haustorium, Rhizoiden, e-i Entwicklung der merosporangientragenden Zweige, die auf einer endständigen Erweiterung (m) gebildet werden (n. Benjamin 1959)

Sporangienträger und Seitenzweige mit endständigen kugeligen, 10 - 20 μ breiten Erweiterungen, deren ganze Oberfläche die merosporangientragenden Zweige bildet. Die Zweige bestehen gewöhnlich aus 3 schlanken, keulenförmigen, übereinanderstehenden, 9 - 20 μ langen und 3,9 - 5,2 μ breiten Zellen. Die Basalzelle jedes Zweiges hat im oberen Teil einen einzelligen Seitenzweig. Alle Zellen tragen Wirtel von *Merosporangien*. Der terminale Teil des Merosporangiums entwickelt sich durch Sprossung aus dem basalen. Sporen länglich-eiförmig, 2,6 - 3,1 x 3,7 - 7 μ . Die meisten Zellen der merosporangientragenden Zweige lösen sich bei der Reife ab. Die Sporangienköpfe verschleimen nicht. "Zygoten" nicht beobachtet.

Indien (B. S. Mehrotra & Bajjal 1964).

3. *Dimargaris verticillata* Benjamin 1959

Aliso 4, 374 (Tf. 17, 19, 22).

Rasen parasitierend auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar weiß, später cremefarben. Vegetative Hyphen farblos, septiert, verzweigt, 2 - 4 μ dick. Haustorien einfach, später verzweigt. Sporangienträger aufrecht, septiert, farblos, 0,5 - 3 mm hoch, erst einfach, später mit mehreren Wirteln zweizelliger Seitenzweige. An den Enden der Zweige und an der Spitze des Trägers stehen die nahezu kugeligen, 8 - 22 μ großen Blasen, die über die ganze Oberfläche zahlreiche keulige Zellen (4 - 6 x 6 - 12 μ) ausbilden, deren jede durch Sprossung apikal 2 Zweige aus 1 - 3 übereinanderstehenden ovalen Zellen bildet. Die Zellen dieser Zweige tragen Wirtel von *Merosporangien* mit je 2 Sporen, wobei sich der terminale Teil durch Sprossung aus dem basalen entwickelt. Sporen länglich-ellipsoidisch, 2,2 - 3,1 x 4,4 - 6,6 μ . Die Endzweige lösen sich zusammen mit den Sporen bei der Reife aus dem Verband und formen in Schleim gehüllte 30 - 65 μ große Köpfchen. "Zygoten" farblos, dickwandig (3 - 8 μ), glatt oder fein punktiert, 22 - 45 μ , mit einer oder mehreren Ölkugeln.

Kalifornien, Mäusekot.

4. *Dimargaris arida* Benjamin 1965

Aliso 6, 3 (Abb. 3 - 5) Abb. 138 f, g.

Rasen parasitierend auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar weiß, später gelbbraunlich. Vegetative Hyphen hyalin, septiert, 2 - 4 μ dick. Haustorien erst einfach, dann verzweigt. Sporangienträger aufrecht, septiert, farblos, bis 4 mm hoch, 6 - 11 μ dick, erst einfach, später mit meist wirtelig stehenden, bis 160 μ langen Seitenzweigen. Sporangienträgerspitze und Seitenzweige mit je einer kugeligen 8 - 20 μ großen Blase. Merosporangientragende Zweige werden auf der ganzen Oberfläche der Blase gebildet.

Diese bestehen aus 3 keuligen übereinanderstehenden, 7,5 - 18 μ langen und 3,5 - 5 μ breiten Zellen. Basalzelle manchmal mit einzelligem Seitenzweig. Alle Zellen der Zweige tragen spitzwärts Wirtel von *Merosporangien*, deren terminaler Teil durch Sprossung aus dem basalen hervorgeht. Sporen länglich-eiförmig, 2,2 - 2,6 x 3,5 - 4,8 μ . Die meisten der merosporangientragenden Zweige lösen sich bei der Reife ab. Die reifen Merosporangienköpfe bleiben trocken. "Zygoten" farblos, dickwandig (4 - 7 μ), kugelig, 30 - 37 x 31 - 42 μ , mit Ölkugel.

Texas, in einer Bodenprobe.

5. *Dimargaris simplex* B. S. Mehrotra & Baijal 1964

Zbl. Bakt. II, 118, 174 (Abb. 15 - 33, 35).

Parasitierend auf *Mortierella ambigua* auf Hefeextraktstärke-Agar sehr langsamwüchsig. Vegetative Hyphen septiert. Sporangienträger aufrecht, septiert, erst einfach, später verzweigt, bis 1,5 mm lang. Zweige 5,5 x 20 - 350 μ , mit Sekundärzweigen. Die terminalen Zweige tragen an der Spitze eine ovale, 4,4 - 11 μ große Basalzelle, aus der primäre, sekundäre, tertiäre und quartäre Zellenserien sprossen. Alle diese Zellen können Wirtel von Merosporangien tragen. *Merosporangien* 11 μ lang, zweizellig, die obere Zelle durch Sprossung aus der unteren entstehend. Sporen oval bis nierenförmig, hyalin, 2,2 - 3 x 4,4 - 7,7 μ . Bei der Reife lösen sich die sporangientragenden Zweige ab und bilden, in Schleim gehüllt, zusammen mit den Merosporangien kugelige, 12 - 56 μ Köpfchen. "Zygoten" im Substrat bis 25 μ , kugelig, glattwandig, mit 1 oder mehreren Ölkugeln.

Indien, in einer Bodenprobe

6. *Dimargaris oblongispora* B. S. Mehrotra & Baijal 1963

Canad. J. Bot. 41, 500 (Abb. 1 - 19).

Rasen parasitierend auf *Mortierella spec.* auf Hefeextraktstärke-Agar cremefarben. Vegetative Hyphen farblos, septiert, verzweigt. Haustorien einfach oder verzweigt. Sporangienträger aufrecht, septiert, hyalin, bis 3,5 mm hoch, erst einfach, später unregelmäßig bis wirtelig verzweigt. Seitenzweige direkt unter den drei obersten Septen der Hauptachse entspringend, mit ein oder mehreren Sekundärästen. Jeder terminale Zweig mit 3 oder 4 divergierenden Basalzellen von 4,4 - 10 x 6,6 - 18,7 μ , aus welchen sekundäre oder tertiäre Zellen sprossen, die dann Merosporangien tragen. *Merosporangien* zylindrisch. Durch Teilung werden zwei längliche Sporen (1,6 x 3,3 - 5,5 μ) gebildet. Bis auf wenige Basalzellen lösen sich die Merosporangienzweige bei der Reife ab und bilden mit den Sporen Schleimköpfe von 11 - 56 μ . "Zygoten" (nach Benjamin 1965 "gestielt") kugelig, glatt, farblos, im

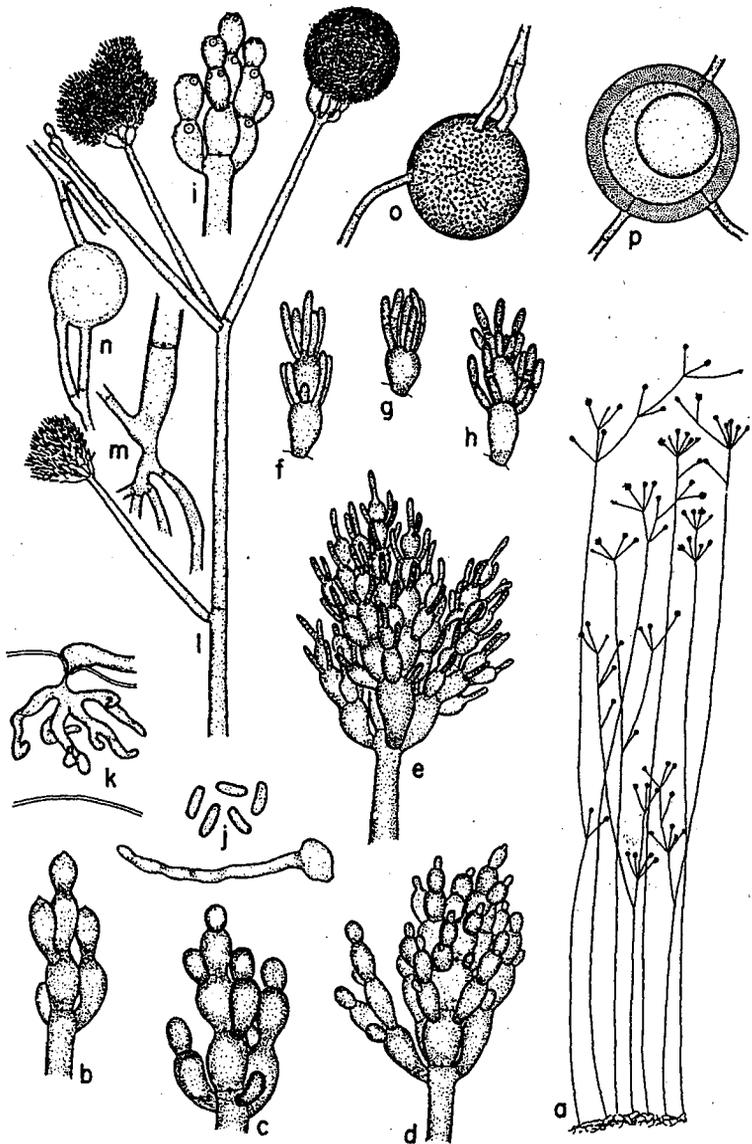


Abb. 146. *Dimargaris bacillispora*; a Habitus, b-h Entwicklung der merosporangien-tragenden Zweige, k Haustorium, n, o Zygotenbildung, p Querschnitt durch Zygote (n. Benjamin 1959)

Substrat, 23 - 37 μ , mit 1 bis mehreren Ölkugeln und 4,4 - 6,6 μ dicker Wand, an den Enden kurzer angeschwollener Seitenzweige.

Indien, auf Kuhmist.

7. *Dimargaris bacillispora* Benjamin 1959

Aliso 4, 376 (Tf. 18, 19) Abb. 146

R a s e n auf *Cokeromyces recurvatus* parasitierend auf Hefeextraktstärke-Agar weiß, später grau. Hyphen hyalin, septiert, verzweigt, 1,5 - 3,5 μ dick. Haustorien erst einfach, später verzweigt. Sporangienträger aufrecht, septiert, farblos, 5 - 8 mm hoch, bis 15 μ dick, erst einfach, später unregelmäßig wirtelig verzweigt, mit 1 - 6 einzelligen Seitenzweigen im Wirtel. Die merosporangientragenden Zweige entstehen nicht auf einer Blase, sondern zu 3 bis 4 an der Spitze des Sporangienträgers oder apikal an den Seitenzweigen. Merosporangien zylindrisch mit 2 durch Teilung entstandenen, stäbchenförmigen, leicht gebogenen Sporen (1,3 x 4 - 4,8 μ). Die meisten Zweigzellen lösen sich bei der Reife zusammen mit den Sporen ab und verschleimen zu 35 - 50 μ großen Köpfchen. "Zygoten" im Substrat, kugelig, farblos, glatt, dickwandig, 43 - 63 μ , mit einer Ölkugel. "Zygoten" werden auch bei saprophytischer Kultur des Pilzes in großer Anzahl ausgebildet.

Kalifornien, Mäusekot.

III. DISPIRA van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. Bot. 6. sér. 1, 160.

Sporangienträger aufrecht, septiert, Septen mit den charakteristischen Durchbrechungen und Pfropfen, im oberen Teil verzweigt. Die Zweige bestehen aus einer gewundenen Hauptachse, welche sterile und fertile Seitenäste ausbildet, die gleichfalls oft gewunden oder zurückgebogen sind. Sterile Seitenäste spitz auslaufend. Die Merosporangien sitzen in Wirteln an zweizelligen Ästchen, welche direkt an der Spitze der fertilen Seitenzweige oder auf einer blasenartigen Erweiterung stehen. Fertile Zweige können sterile Sekundäräste tragen. Merosporangien durch Sprossung zweisporig. Sporen glatt, ellipsoidisch oder oval, bei der Reife trocken bleibend. "Zygoten" dickwandig, hyalin, fein punktiert oder mit kreisförmigen Vertiefungen. (Nach Benjamin 1959).

In Anlehnung an Benjamin (1963)

1. Merosporangientragende Zweige von einer nahezu kugeligen Blase kommend
..... 1. *D. cornuta* (S. 295)
Merosporangientragende Zweige nicht auf einer Blase (2)
2. Sterile Zweige etwa 55 μ lang 2. *D. simplex* (S. 295)
Sterile Zweige etwa 25 μ lang 3. *D. parvispora* (S. 296)

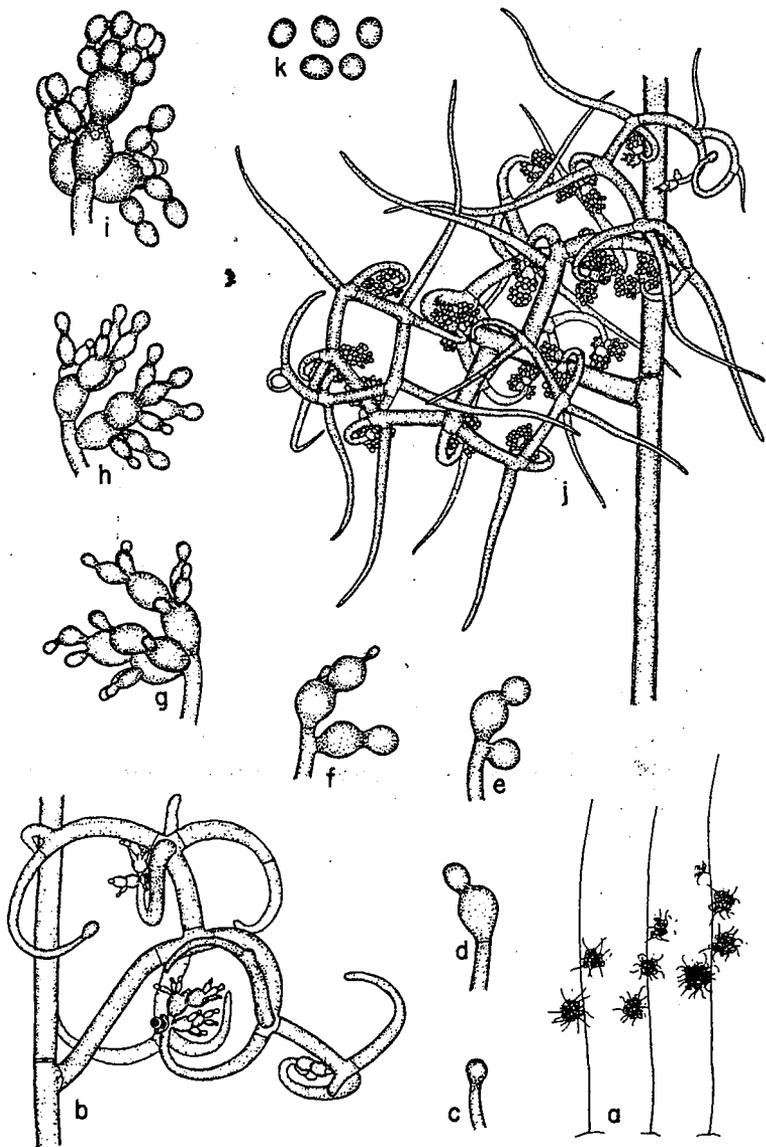


Abb. 147. *Dispira simplex*; Habitus und Entwicklung der merosporangientragenden Zweige (n. Benjamin 1959)

1. *Dispira cornuta* van Tieghem 1875

Ann. Sc. Nat. Bot. 6. sér. 1, 160 (Abb. 160 - 177; Abb. auch bei Bainier 1906, Ayers 1933, Boedijn 1958, Benjamin 1959, Indoh 1965).

D. americana Thaxter 1895, Bot. Gaz. 20, 517 (fide Bainier 1906, Ayers 1933, 1935)

D. circinata Elliott 1926, J. Bot. 64, 105 (fide Ayers 1933, 1935).

R a s e n parasitierend auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar weiß. Vegetative Hyphen hyalin, septiert, verzweigt, 2 - 6 μ dick. Haustorien erst einfach, später mit kurzen Seitenzweigen. Sporangienträger aufrecht, septiert, bis 5 mm hoch, mit 2 - 6 einfachen oder verzweigten fertilen Ästen. Diese bestehen aus einer spiralig gewundenen Hauptachse mit bis zu 15 zurückgebogenen, fertilen, durch ein Köpfcchen abgeschlossenen Zweigen mit je ein bis drei 50 - 150 langen sterilen Seitenästchen. Die Hauptachse jedes Zweiges endet mit einer bis 3,5 mm langen sterilen Spitze. Sporangienköpfe nahezu kugelig, 35 - 45 μ . Die kugeligen, 9 - 13 μ großen Blasen tragen über die ganze Oberfläche 25 - 30 zweizellige, durch Sprossung entstandene, sporangientragende Zweige (3,5 - 4,5 x 7,5 - 9 μ). Beide Zellen tragen Wirtel von *Merosporangien*, die durch Sprossung zweisporig werden. *Sporen* länglich-eiförmig, 1,8 - 2,2 x 3 - 4,8 μ . Die Sporangienköpfe bleiben trocken. "Zygoten" terminal auf seitlichen Auswüchsen der vegetativen Hyphen, farblos, dickwandig, fein punktiert, 30 - 50 μ , mit 1 bis mehrere Ölkugeln. Zygotenwand 5 - 10 μ dick.

D. circinata soll sich von *D. cornuta* durch die Anzahl der fertilen Zweige unterscheiden. Ayers (1933, 1935) hat bei *D. cornuta* große Variabilität gefunden und schließt, daß es sich bei *D. americana* und *D. circinata* um die gleiche Art handelt, was auch von Benjamin (1959) angenommen wird. Der Pilz konnte über mehrere Passagen saprophytisch kultiviert werden, wobei zwar nur wenige, aber infektiöse Sporen gebildet werden (s. a. Kurtzman 1968). Nach Ayers (1935) befällt *D. cornuta* nur *Mucorales*.

Frankreich, auf Rattenkot (van Tieghem 1875, Bainier 1906); England, auf Schafmist (Elliott-Bayliss 1926); China (Ou 1940); Japan, auf *Circinella umbellata* auf Kaninchenkot (Indoh 1965); Java (Boedijn 1958); Nordamerika, Ratten-, Mäusekot (Thaxter 1895, Ayers 1933, 1935, Benjamin 1959).

2. *Dispira simplex* Benjamin 1959

Aliso 4, 387 (Tf. 23, 24; Abb. auch bei Benjamin 1961, 1963) Abb. 147

R a s e n auf Mäusekot weiß, später rötlich-gelbbraun. Sporangienträger aufrecht, bis 3 mm hoch, septiert, im oberen Teil mit 2 - 4 fertilen Zweigen. Die Trägerachse läuft in eine lange sterile Spitze aus. Seitenzweige verzweigt, die sekundären Zweige mit 10 oder mehr successiven Trichotomien. Ein Zweig in den Trichotomien fertil, ein Zweig steril. Die fertilen Zweige zurückgebogen, 30 - 50 μ lang, an der Spitze mit 3 durch Sprossung entstandenen merosporangientragenden Zweigen. Sterile Zweige 35 - 85 μ lang. Merospo-

rangientragende Zweige 4,5 - 5,7 x 11 - 13 μ , zweizellig, durch Sprossung entstehend, jede Zelle mit spitzenwärts stehendem Wirtel von *Merosporangien*, die durch Sprossung zweizellig sind. Sporen kugelig bis eiförmig, 2,8 - 3,5 x 3 - 4 μ , trocken bleibend. "Zygoten" (Benjamin 1961) farblos, 20 - 38 μ , mit 3 - 6 μ dicker Wand und mit Ölkugeln.

Nach Benjamin (1961) und Brunk & Barnett (1966) vermag der Pilz auf *Chaetomium*-Arten zu parasitieren.

Kalifornien, auf Mäuse- und Rattenkot.

3. *Dispira parvispora* Benjamin 1963

Aliso 5, 281 (Abb. 4, 5) Abb. 138h

Rasen parasitierend auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar weiß, später hellgelb bis bräunlich. Sporangienträger aufrecht, septiert, einfach oder verzweigt, bis 6 mm hoch, 5 - 10 μ dick, mit 20 - 30, meist einzeln, seltener zu zweien stehenden Seitenzweigen. Die zurückgebogenen Seitenzweige mit meist zwei Paaren von trichotom geteilten Sekundärästen. Letzte Auszweigungen entweder steril oder endständig mit 2 - 3 merosporangientragenden Ästchen. Diese bestehen aus 2 durch Sprossung entstandenen Zellen (3,5 - 4,8 x 8 - 11 μ). Die einzelnen Zellen der fertilen Zweige oval, mit spitzenwärts stehenden Wirteln von *Merosporangien*, die durch Sprossung zweisporig sind. Sporen kugelig bis oval, 2,2 - 3,9 μ , trocken bleibend. "Zygoten" nicht beobachtet.

Brunk & Barnett (1966) bringen eine Liste von Wirtspilzen (*Mucorales*, *Monascus purpureus*) Kalifornien, auf Nagetierkot.

IV. TIEGHEMIOMYCES Benjamin 1959

Aliso 4, 390.

Sporangienträger aufrecht, septiert, im oberen Teil mit fertilem Zweigsystem. Die Trägerachse setzt sich weit über das fertile Zweigsystem hinaus steril fort. Zweige septiert, verschiedene Male unregelmäßig verzweigt. Die letzten Zweige bestehen aus übereinanderstehenden fertilen Zellen, jede nach der Spitze zu mit einem Wirtel zweisporiger *Merosporangien*. Sporen glatt, kugelig bis eiförmig, trocken bleibend. "Zygoten" dickwandig, hyalin, punktiert.

Die 2 bekannten Arten unterscheiden sich durch die Ausbildung der Seitenzweige.

1. *Tieghemiomyces californicus* Benjamin 1959

Aliso 4, 390 (Tf. 25, 26; Abb. auch bei Benjamin 1961) Abb. 138i, 148

Rasen parasitierend auf *Cokeromyces recurvatus* auf Hefeextraktstärke-Agar weiß, später rötlich-gelbbraun. Vegetative Hyphen hyalin, septiert,

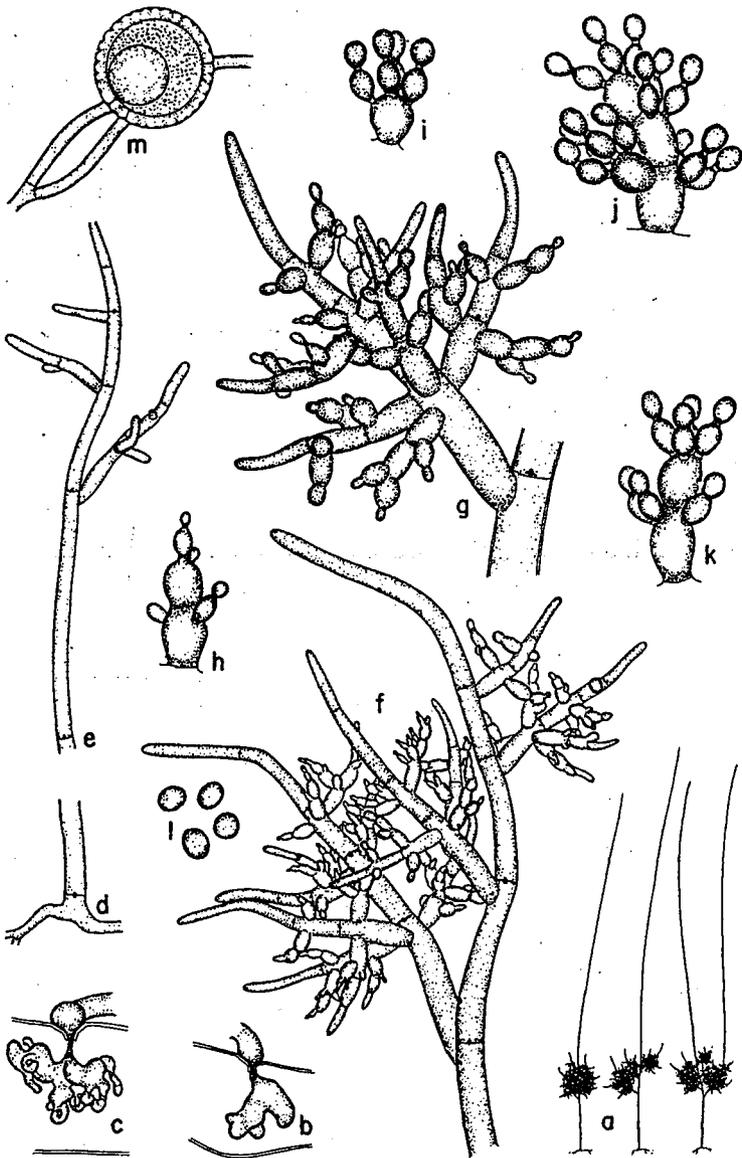


Abb. 148. *Tieghemiomyces californicus*; Entwicklung der merosporangientragenden Zweige; m reife "Zygote" (n. Benjamin 1959)

verzweigt, 2 - 4,5 μ dick. Haustorien erst einfach, später verzweigt. Sporangienträger aufrecht, septiert, erst einfach, später werden direkt unter den 3 - 4 obersten Septen divergierende, septierte, fertile Zweige ausgebildet, welche 2 - 5mal unregelmäßig verzweigt sind. Die letzten Verzweigungen bestehen aus 1 - 3 (-4) übereinanderstehenden Zellen, spitzwärts mit Wirteln von *Merosporangien*. Sporangienträger insgesamt bis 3 mm hoch oder höher. Die sterilen, septierten Verlängerungen sind oft 3 - 4mal so lang wie der eigentliche Träger. Bei der Reife bricht der Träger unterhalb der Verzweigungsstelle ab. Hauptachse der Seitenzweige ebenfalls oft mit sterilen Verlängerungen. Sporangienträgerachse unterhalb der fertilen Region 7 - 10 x 325 - 625 μ . *Merosporangien* durch Sprössung zweisporig. Sporen kugelig bis leicht oval, 3 - 3,5 x 3,5 - 4 μ , trocken bleibend. "Zygoten" kugelig, farblos, 35 - 57 μ , gleichmäßig mit kleinen grubenförmigen Vertiefungen skulpturiert, mit Ölkugeln. Zygotenwand 5 - 8 μ dick. Fakultativer Parasit. Kalifornien, auf Mäusekot.

2. *Tieghemiomyces parasiticus* Benjamin 1961

Aliso 5, 11 (Tafel 1, 2)

Unterscheidet sich von *T. californicus* vor allem durch das Fehlen der sterilen Endungen der Seitenäste und durch die sporangientragenden Ästchen. Fakultativer Parasit.

Kalifornien, auf Mäusekot.

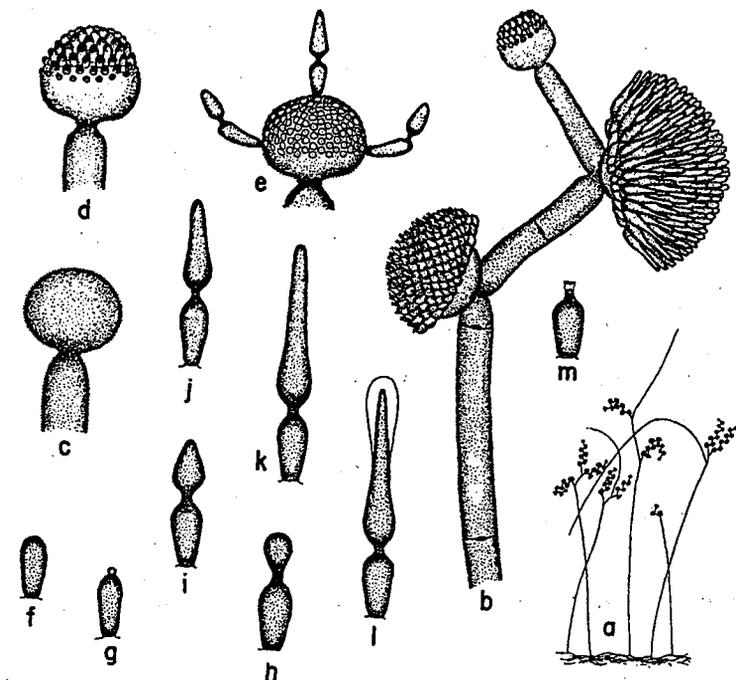


Abb. 149. *Linderina pennisporea*; a, b Habitus, c–e Entwicklung eines Sporocladiums, f–l Entwicklung der einsporigen Sporangiole, m Phialide nach Abfall der Sporangiole (n. Benjamin 1959)

I. LINDERINA Raper & Fennell 1952

Amer. J. Bot. 39, 81.

Sporocladien nicht gestielt, zunächst endständig, durch das Weiterwachsen der Trägerachse später seitlich stehend, kugelig, mit zahlreichen länglichen auf Phialiden stehenden Sporangiole n.

1. *Linderina pennisporea* Raper & Fennell 1952

Amer. J. Bot. 39, 83 (Abb. 1–21; Abb. auch bei Benjamin 1959, Chang 1967) Abb. 149

Sporangienträger bis 10 mm hoch. Sporocladien 12–25 x 15–30 μ , einzellig. Phialiden 2–2,8 x 6–8 μ . Sporangiole n hyalin, 3,5–4,5 x 17,5–21,5 μ .

2. *Linderina macrospora* Chang 1967

Trans. Brit. Mycol. Soc. 50, 312 (Abb. 1, 12).

Sporocladien 12–28 x 15–36 μ ; Phialiden 2–3 x 10–17 μ ; Sporangiole n 3–5 x 28–38 μ .

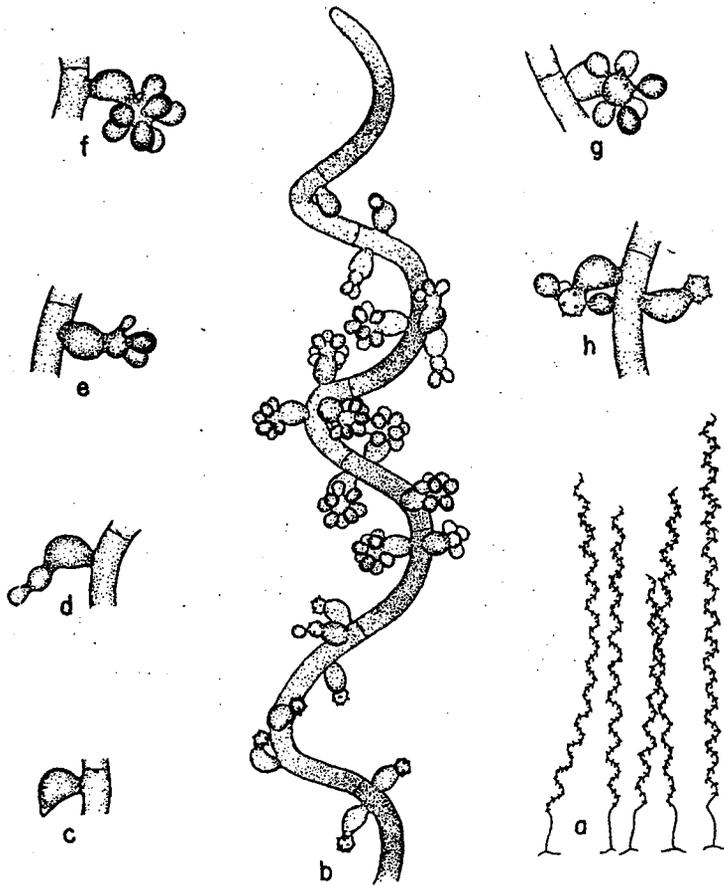


Abb. 150. *Spiromyces minutus* (n. Benjamin 1963)

II. SPIROMYCES Benjamin 1963

Aliso 5, 273.

Sporangienträger mit lockeren, spiraligen Windungen. Sporocladien pleurogen, oval. Auf einer terminalen Blase des Sporocladiums eine kleine Anzahl kugelig oder subgloboser Sporangien. Nur eine Art bekannt.

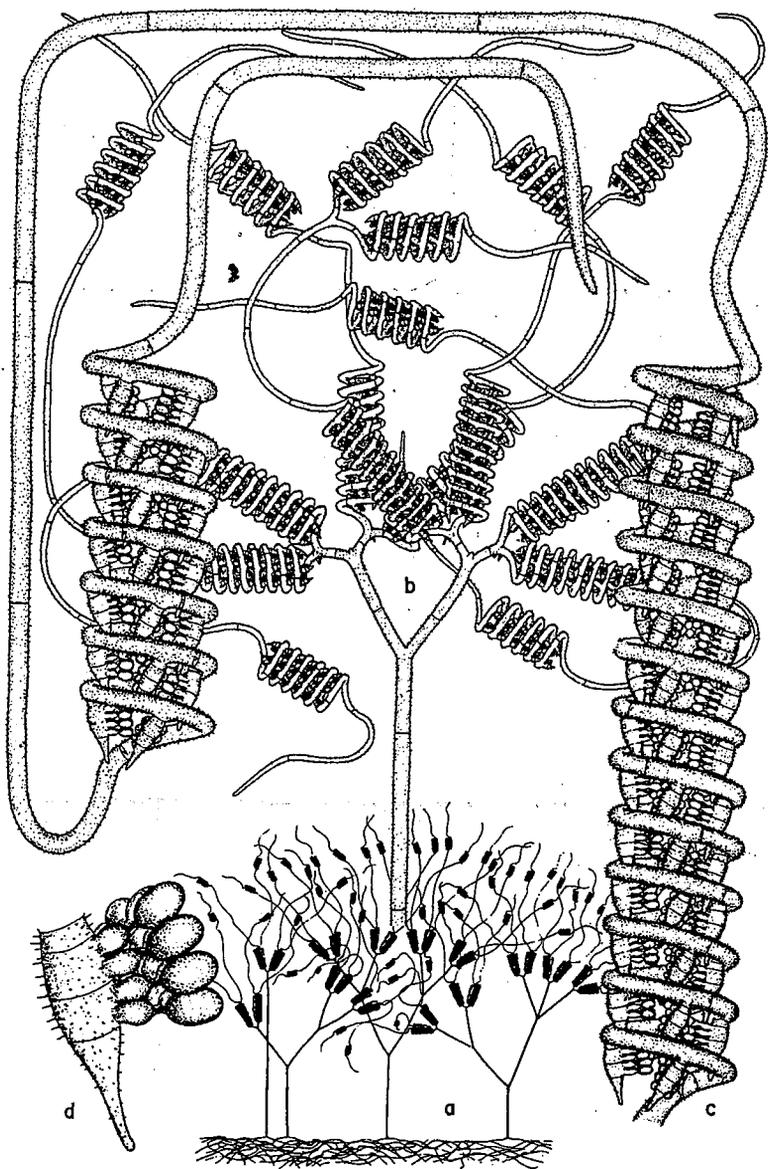


Abb. 151. *Spirodactylon aureum* (n. Benjamin 1959)

Spiromyces minutus Benjamin 1963

Aliso 5, 273 (Abb. 1, 2) Abb. 150

Sporangienträger bis 0,6 mm hoch, terminale Blase des Sporocladiums 2,6 - 3,6 μ , mit bis neun 2,4 - 3,1 x 2,6 - 3,5 μ großen Sporangiole n. "Zygoten" bis 40 μ .

III. SPIRODACTYLON Benjamin 1959

Aliso 4, 408.

Fertile Region des Sporangienträgers spiralig gewunden. Sporocladien zunächst endständig, durch das Weiterwachsen der Trägerachse später seitlich, auf der Unterseite der Trägerwindungen stehend, sehr kurz gestielt. Die Gattung ähnelt *Coemansia*. Nur eine Art bekannt.

Spirodactylon aureum Benjamin 1959

Aliso 4, 408 (Abb. 32, 33). Abb. 151

Auf Maismehl-Agar Sporangienträgerachse bis 2 mm hoch. "Windungen" mit den Sporocladien 30 - 45 x 35 - 320 μ . Sporocladien 4,4 - 5,2 x 15 - 25 μ , aus 4 Zellen (einer sterilen Basalzelle, einer spitz auslaufenden sterilen Endzelle und zwei fertilen mittleren Zellen) bestehend. Fertile Zellen mit 5 - 8 in zwei Reihen angeordneten Phialiden (2,4 x 3,5 μ). Sporangiole n 3,3 x 4,6 μ . "Zygoten" bis 45 μ .

IV. KICKXELLA Coemans 1862

Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 1, 155.

Coronella Crouan & Crouan 1867, Fl. Finistère, S. 12

Coemansiella Saccardo 1883, Syll. Fung. 2, 815.

Sporangienträger mit endständigen Wirteln von länglichen, septierten Sporocladien. Phialiden in Reihen auf der Oberseite der Sporocladien. Sporangiole n spindelförmig, bei der Reife in Schleim gehüllt.

Nur eine Art bekannt.

Kickxella alabastrina Coemans 1862

Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 1, 155 (Abb. 1; Abb. auch bei Crouan 1867, van Tieghem 1873, Beer 1902, Oudemans 1902, Bainier 1906, Torrey 1921, Linder 1943, Benjamin 1958) Abb. 152

Coronella nivea Crouan & Crouan 1867, Fl. Finistère, S. 12

Coemansiella alabastrina (Coemans) Saccardo 1883, Syll. Fung. 2, 815.

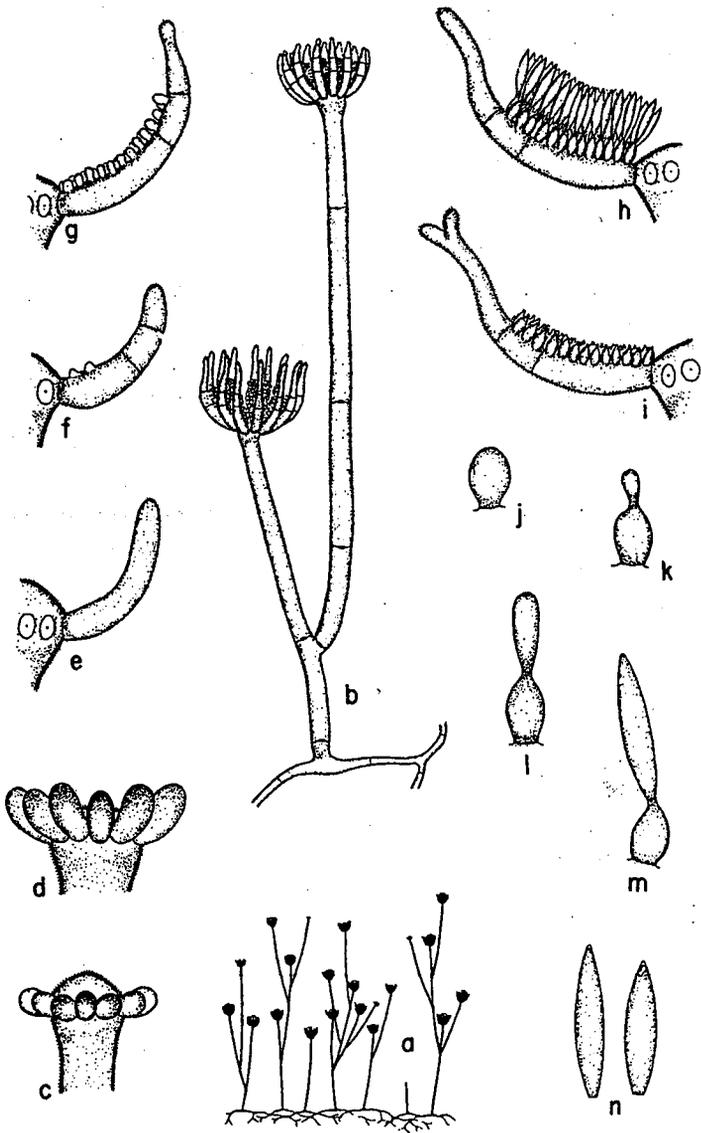


Abb. 152. *Kickxella alabastrina*; Habitus, Entwicklung eines Sporocladiums; j-m Entwicklung einer Sporangiole auf einer Phialide (n. Benjamin 1958)

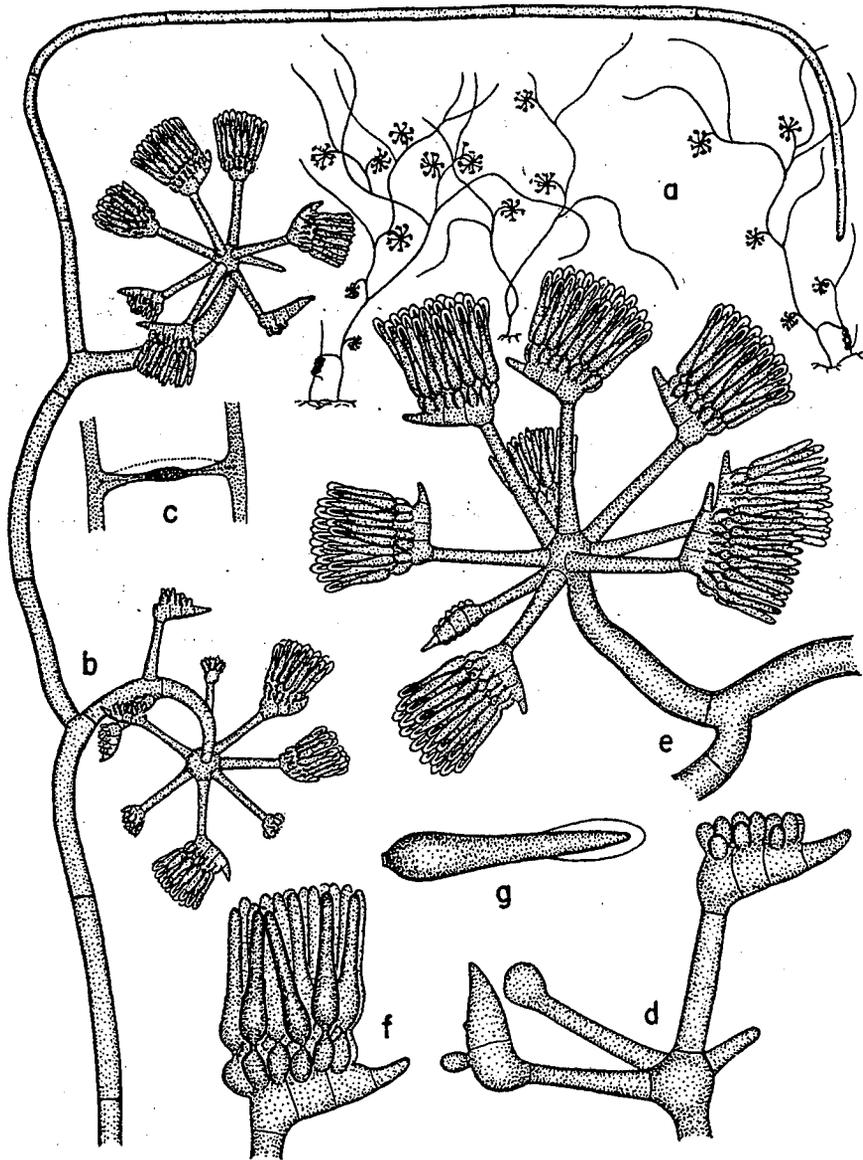


Abb. 153. *Martensiomycetes pterosporus* (n. Benjamin 1959)

Sporangienträger bis 2 mm hoch, erst einfach, später verzweigt. Sporocladien 10 - 13 x 65 - 85 μ , gewöhnlich aus drei Zellen bestehend, gleichzeitig an endständigen Erweiterungen des Trägers gebildet. Die sterile Endzelle des Sporocladiums oft gegabelt. Phialiden 3,5 x 6 - 6,5 μ . Sporangiole n spindelförmig, 4 - 4,5 x 13 - 17 μ . "Zygoten" (Benjamin 1958) bis 50 μ , bei 6 - 7°C. Homothallisch. Wachstumsoptimum auf Maismehl-Pepton-Hefeextrakt-Agar bei 20°C.

V. MARTENSIOMYCES Meyer 1957

Bull. Soc. Mycol. Fr. 73, 189.

Gestielte Sporocladien nacheinander in endständiger Dolde gebildet. Nur eine Art bekannt.

Martensiomycetes pterosporus Meyer 1957

Bull. Soc. Mycol. Fr. 73, 190 (Abb. 1 - 16; Abb. auch bei Benjamin 1959) Abb. 153

Träger bis 2 mm hoch, mit sterilen und fertilen Zweigen. Sporocladienstiel 3,5 - 5 x 18 - 35 μ . Sporocladium 4 - 5-zellig, ohne Stielzelle 16 - 25 μ lang. Phialiden 2 x 3 - 4 μ . Sporangiole n 12,5 - 17 μ lang, an der Basis 3 - 3,5 μ breit.

VI. DIPSACOMYCES Benjamin 1961

Aliso 5, 15.

Sporocladien gestielt, septiert, mit zugespitzter, steriler Endzelle, als seitliche Auswüchse von Luftmycelhyphen (Sporangienträger?).

Nur eine Art bekannt.

Dipsacomycetes acuminosporus Benjamin 1961

Aliso 5, 15, (Abb. 3, 4) Abb. 154

Rasen bis 4 mm hoch. Sporocladienstiele 2 - 6-zellig, 3 - 5 x 25 - 200 μ . Sporocladien 6 - 13-zellig, 5 - 7 x 25 - 55 μ , mit steriler, 12 - 20 μ langer, zugespitzter Endzelle. Phialiden 2 x 4,4 - 6,6 μ . Sporangiole n ellipsoidisch bis spindelförmig, mit der ausgezogenen Spitze bis 34 μ lang.

VII. MARTENSELLA Coemans 1863

Bull. Acad. Roy. Belg. 2. sér. 15, 536.

Die septierten, gestielten Sporocladien erst endständig, durch das Weiterwachsen des Trägers später seitlich (nach Linder 1943, Benjamin 1958, 1961, 1963). Sporangiole n auf der Oberseite des Sporocladiums. Nach Jackson & Dearden (1948) vielleicht identisch mit *Coemansia*.

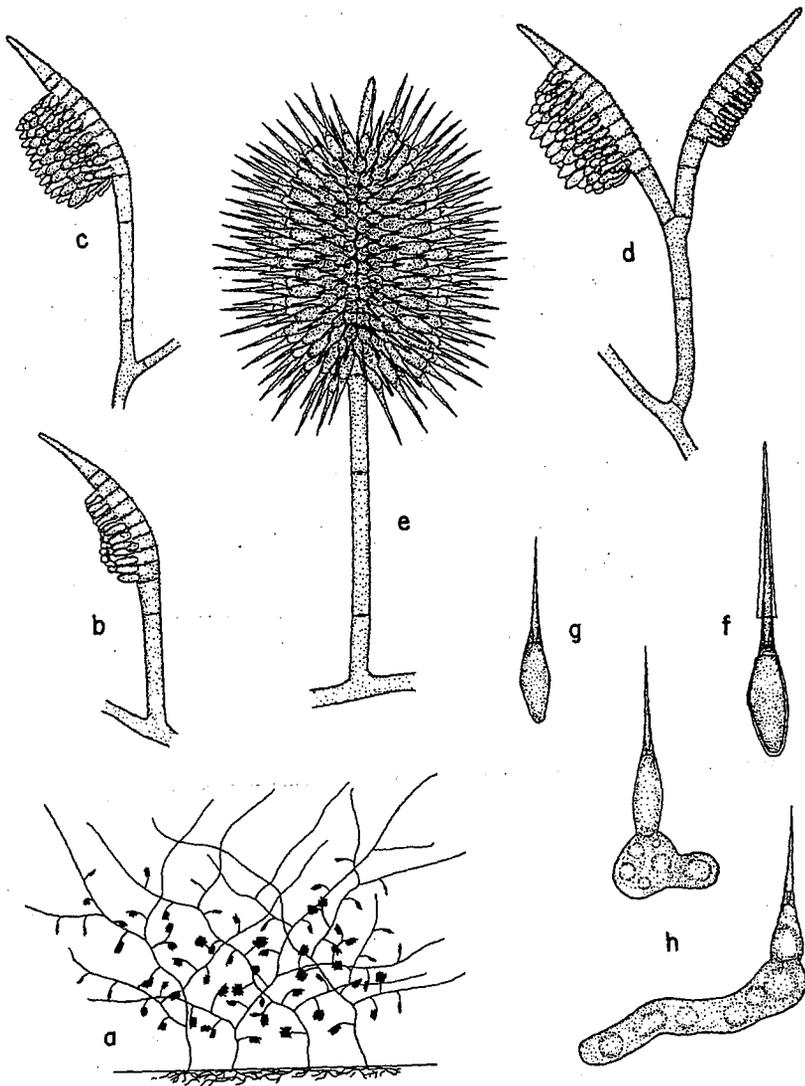


Abb. 154. *Dipsacomyces acuminosporus*; Sporocladien mit Sporangien, h keimende Sporen (n. Benjamin 1961)

1. *Martensella pectinata* Coemans 1863

Bull. Acad. Roy. Belg, 2, sér. 15, 536.

(?) *Coemansia pectinata* s. Bainier 1906, Bull. Soc. Macol. France, 22, 216.

Sporangienträger 0,5 - 1 mm hoch, Sporocladien mit (6-) 10 - 12 Septen, Endzellen steril. Sporangiole n spindelförmig, 8 - 9 μ lang.

Nach Linder (1943) und Benjamin (1959) seit Coemans (1863) nicht wieder gefunden.

2. *Martensella corticii* Thaxter apud Lindner 1943

Farlowia 1, 59 (Abb. 3 A, 4 G; Abb. auch bei Jackson & Dearden 1948, Benjamin 1959).

Sporangienträger bis 0,2 mm lang. Stielzelle des Sporocladiums 4,5 x 9 - 12,5 μ . Sporocladien 2 - 5septiert, 25 - 36 μ lang, terminale Zelle spitz zulaufend, steril. Phialiden 3,5 x 5 - 6 μ . Sporangiole n ellipsoidisch bis zylindrisch, 3,5 - 4,5 x 10,5 - 13 μ .

VIII. COEMANSIA van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sci. Nat. Bot. 5, sér. 17, 392.

Ähnlich *Martensella*, doch stehen die Sporangiole n auf der Unterseite der Sporocladien.

1. Sporangienträger kürzer als 500 μ 1. *C. ceylonensis* (S. 309)
Sporangienträger länger als 500 μ (2)
2. Sporangienträger spiralg gedreht 2. *C. spiralis* (S. 309)
Sporangienträger nicht spiralg gedreht (3)
3. Sporocladiumstiel bis 15 μ lang (4)
Sporocladiumstiel über 15 μ lang (10)
4. Auf *Isaria*; Sporocladien nach unten gebogen 3. *C. reversa* (S. 309)
Nicht auf *Isaria*; Sporocladien nicht deutlich gebogen (5)
5. Sporen nadelförmig oder spindelförmig bis zylindrisch, apikal spitz (6)
Sporen spindelförmig oder länglich, apikal abgerundet (7)
6. Sporangienträger im sporocladientragenden Teil drei- oder zweifach gabelig geteilt, Zweige kurz 4. *C. breviformis* (S. 309)
Sporangienträger einfach oder selten gabelig geteilt; Sporocladien in aufeinanderfolgenden Gruppen zu 8 - 15 am Sporangienträger 5. *C. interrupta* (S. 309)
7. Sporen 6,5 - 11 μ lang 6. *C. erecta* (S. 310)
Sporen über 11 μ lang (8)
8. Sporangienträger wiederholt gabelig 7. *C. kamerunensis* (S. 310)
Sporangienträger oben meist einmal gabelig geteilt (9)
9. Sporocladien 6 - 7 septiert 8. *C. guatemalensis* (S. 310)
Sporocladien 8 - 12 septiert 9. *C. braziliensis* (S. 310)
10. Sporen nadelförmig, 1,5 - 2 x 14 - 18 μ 10. *C. aciculifera* (S. 310)
Sporen länglich oder spindelförmig mit abgerundeten Enden .. 11. *C. scorpioidea* (S. 312)
Sporen länglich oder spindelförmig mit abgerundeten Enden .. 12. *C. thaxteri* (S. 312)

1. *Coemansia ceylonensis* Linder 1943

Farlowia 1, 60 (Abb. 3 C, 4 A).

Sporangienträger bis 0,5 mm hoch, Stielzelle des Sporocladiums 2,5 - 3 x 3,5 - 5,4 μ . Sporocladium 3 - 5 septiert, 5,5 - 7,5 x 23 - 29 μ , Endzelle spitz zulaufend, 2,5 x 4,5 μ . Phialiden 2,5 - 3 x 5,5 μ . Sporangiole hellgelb, an der Basis spitz, am Ende abgerundet, 2 - 2,5 x 11 - 13 μ .

2. *Coemansia spiralis* (Bainier) Eidam 1887

Jber. schles. Ges. vaterl. Kult. 65, 262 (Abb. bei Bainier 1906, Linder 1943, Benjamin 1966).

Martensella spiralis Bainier 1879, Bull. Soc. Bot. Fr. 26, 245.

C. spiralis (Bainier) Bainier 1906, Bull. Soc. Mycol. Fr. 22, 219.

Sporangienträger unten gerade, oben spiralig gewunden, bis 2 mm hoch. Stielzelle des Sporocladiums 10 - 12 μ lang. Sporocladium (5) - 7 - 9 septiert, 5,5 - 9 x 41 - 55 μ , die sterile Endzelle spitz zulaufend. Phialiden ellipsoidisch bis keulig. Sporangiole spindelförmig bis zylindrisch, 1,5 - 2,5 x (16) - 21 - 25 μ .

3. *Coemansia reversa* van Tieghem & Le Monnier 1873

Ann. Sci. Nat. Bot. 5. sér. 17, 392 (Abb. 136 - 139; Abb. auch bei Costantin 1887, von Istvanffi 1895, Bainier 1906, Linder 1943).

Sporangienträger bis 5 mm hoch, im oberen Teil verzweigt, Sporocladiumstiel 4,5 - 7,5 μ lang. Sporocladien 3 - 4 - (5) septiert, 5,5 - 7,5 x 18 - 27 μ , mit steriler, schmaler Endzelle. Phialiden 2 - 2,3 x 4 - 4,5 μ . Sporangiole 2 - (2,5) x (7,2) - 9 - (11) μ .

4. *Coemansia breviformis* Linder 1943

Farlowia 1, 62 (Abb. 4 K).

Sporangienträger einfach oder wenig verzweigt, etwa 1 mm hoch. Sporocladiumstielzelle 2,5 - 7 x 5,4 μ . Sporocladien 7 - 9 - (11) septiert, 8 - 9 x 36 - 45 - (48) μ , meist nach oben gebogen. Endzelle spitz zulaufend. Phialiden 2 x 5,4 μ . Sporangiole nadelförmig, 1,5 x 18 - 20 μ .

5. *Coemansia interrupta* Linder 1943

Farlowia 1, 62 (Abb. 4 L).

Sporangienträger einfach oder oben gabelig verzweigt, 0,5 mm lang oder länger. Sporocladiumstielzelle 5,5 - 7,5 x 9 - 15 μ . Sporocladien in Büscheln zu 8 - 15, (5) - 7 - 8 septiert, 9 x 27 - 40 μ . Phialiden 3,5 x 5,5 - 7 μ . Sporangiole spindelförmig bis zylindrisch, 2,5 x 12,5 - 14,5 - (18) μ .

6. *Coemansia erecta* Bainier 1906

Bull. Soc. Macol. Fr. 22, 220 (Abb. 14: Abb. auch bei Lindner 1943)

Sporangienträger einfach oder gabelig verzweigt, bis 4 mm hoch. Sporocladiumstielzelle 3,4 - 7,2 μ lang. Sporocladium 5 - 8 septiert, 5,5 - 6,5 x 20 - 36 μ . Basalzelle nach oben gekrümmt. Endzelle steril. Phialiden 3,5 - 6 μ lang. Sporangiole 1,5 - 2,5 x 6,5 - 9 - (11) μ , nach der Basis zu spitz, nach dem Ende zu abgerundet.

7. *Coemansia kamerunensis* Thaxter apud Linder 1943

Farlowia 1, 63 (Abb. 1 B, C, 4 F).

Sporangienträger mehrmals dichotom verzweigt, etwa 1 mm lang. Sporocladiumstielzelle 5,4 x 7 - 11 μ . Sporocladium (6) - 8 - 9 septiert, 7 - 9 x 32,5 - 41,5 μ , sterile Endzelle spitz zulaufend. Phialiden 2 - 2,5 x 5 - 7 μ . Sporangiole spindelförmig, an der Basis spitz, am Ende abgerundet, 1,5 - 2 x 11,5 - 14,5 μ .

8. *Coemansia guatemalensis* Thaxter apud Linder 1943

Farlowia 1, 65 (Abb. 3 F, 4 D).

Sporangienträger etwa 1 mm lang, einfach oder oben gabelig geteilt. Sporocladiumstielzelle 3,5 - 5,5 x 5,5 - 11 μ . Sporocladium 6 - 7 septiert, 6,5 - 7,5 x 26 - 33,5 μ , nach oben gebogen, sterile Endzelle spitz zulaufend. Phialiden 2 - 2,5 x 3 - 5 μ . Sporangiole spindelförmig, 1,5 - 2,5 x 12,5 - 14,5 μ , mit abgerundeten Enden, nach der Basis zu etwas spitz.

C. mojavensis Benjamin 1958, Aliso 4, 156 (Abb. 4) entspricht der Beschreibung nach *C. guatemalensis*, nur sind die Träger bis 5 mm lang und die reifen Sporen haben eine schmale Spitze. Benjamin gibt homothallische Zygotenbildung an. "Zygoten" bis 62 μ groß.

9. *Coemansia braziliensis* Thaxter apud Linder 1943

Farlowia 1, 64 (Abb. 2 D, 4 M, N).

Sporangienträger aufrecht, einmal gabelig verzweigt, etwa 2 mm lang. Sporocladiumstiel einzellig. Sporocladien 8 - 12 septiert, 6,3 - 7,2 (-9) x 30,5 - 36 μ , nach oben gebogen, die terminale Zelle etwas spitz auslaufend. Phialiden 2 x 3,5 - 5,5 μ . Sporangiole spindelförmig, 2 - 2,5 x 11 - 14,5 μ . "Zygoten" nach Benjamin (1958) bis 52 μ .

10. *Coemansia aciculifera* Linder 1943

Farlowia 1, 65 (Abb. 4 I, J; Abb. auch bei Benjamin 1958) Abb. 155

Sporangienträger bis 10 mm lang, einfach oder unregelmäßig verzweigt. Sporocladiumstiel 1 - 2zellig, 5,5 - 7,5 x 21,5 - 40 μ . Sporocladien (7)

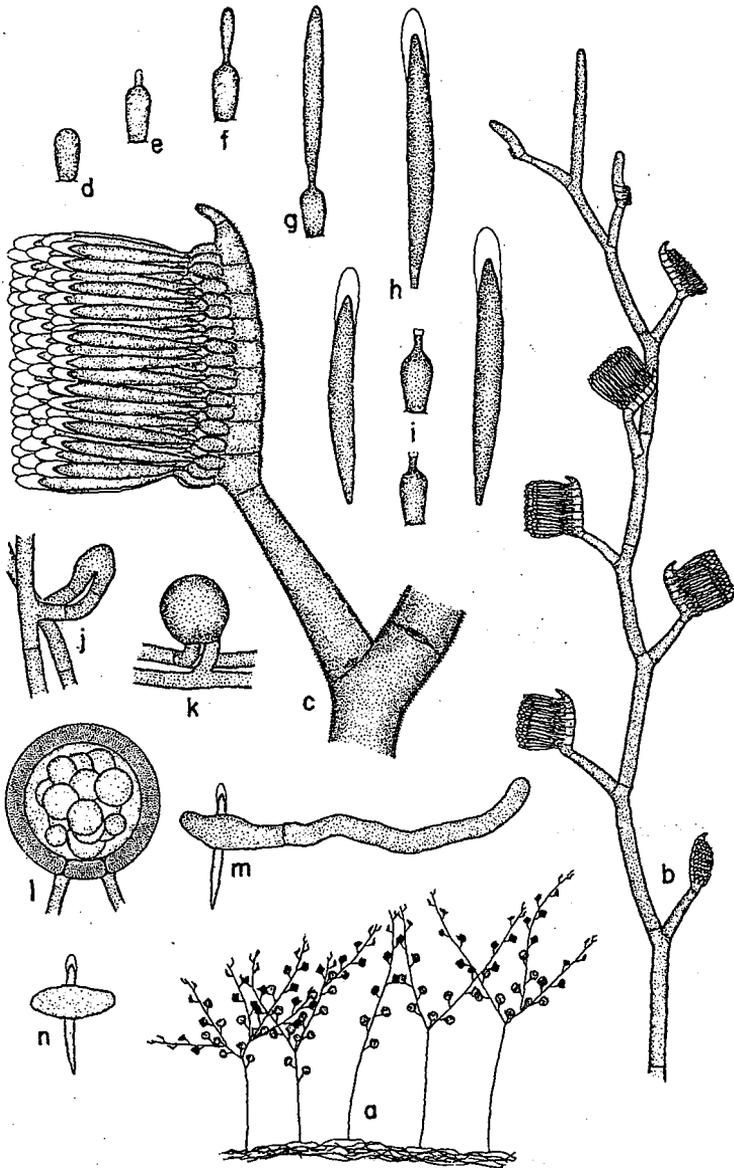


Abb. 155. *Coemansia aciculifera*; a-c Sporocladienträger, d-i Sporangienentwicklung auf Phialide, j-l Zygotenbildung, m, n keimende Sporen (n. Benjamin 1958)

- 8 (-10) septiert, 9 - 11 x 36 - 45 μ , sterile Endzelle schnabelähnlich. Phialiden 2 x 5 - 5,5 μ . Sporangiole nädelförmig, 1,5 - 2 x 14 - 25 μ . Sporangiolenwand an der Spitze etwa 2 μ über die Spore hinausragend. "Zygoten" nach Benjamin (1958) bis 44 μ . Homothallisch.

11. *Coemansia scorpioidea* Linder 1943

Farlowia 1, 66 (Abb. 3 D, 4 B).

Sporangienträger einfach, bis 2 mm lang, mit bis 5 Sporocladien, am Träger wie zurückgerollte Skorpionschwänze angeordnet. Sporocladiumstiel 1 - 2 septiert, 4,5 - 7,5 x 18 - 27 μ . Sporocladien 5 - 6 (-7) septiert, 5,5 - 7,5 x 22 - 32,5 μ , sterile Endzelle spitz zulaufend. Phialiden 2,5 - 3 x 5 - 6 μ . Sporangiole nädelförmig, 2 x 16 - 18 (-23,5) μ .

12. *Coemansia thaxteri* Linder 1943

Farlowia 1, 67 (Abb. 1 D, 4 E).

Sporangienträger meist einfach, etwa 10 mm lang. Sporocladiumstiel 1 - 2zellig, 5,5 - 7,5 x (25) - 36 - 54 μ . Sporocladien (6) - 7 (-10) septiert, 9 x (32,5) - 50 - 63 μ , mit steriler Endzelle. Phialiden 2 - 3 x 4,5 - 5,5 μ . Sporangiole n zylindrisch, 1,5 - 2 x (18) - 21 - 23,5 (-25) μ , am Ende abgerundet, nach der Basis zu spitz.

4. Literatur

- ABBOTT, E. V. (1923) - The occurrence of fungi in soils. *Soil Sci.* 16, 207 - 216
- ABBOTT, E. V. (1926) - Taxonomic studies on soil fungi. *Iowa Stat. Coll. J. Sci.* 1, 15 - 36
- AGNIHOTHRUDU, V. (1957) - Fungi isolated from rhizosphere. III. *J. Indian Bot. Soc.* 36, 386 - 490
- AGNIHOTHRUDU, V. (1961) - Rhizosphere microfungi of tea in relation to the root caused by *Ustilina zonata* (Lev.) Sacc. *Soil Sci.* 91, 133 - 137
- AINSWORTH, G. C. & AUSTWICK, P. K. C. (1955) - A survey of animal mycosis in Britain: mycological aspects. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 38, 369 - 386
- AJREKAR, S. L. & DHARMARAJULU, K. (1931) - A study of the *Mucorales* of the city of Bombay. *J. Indian Bot. Soc.* 10, 29 - 34
- AL-DOORY, Y., TOLBA, M. K. & AL-ANI, H. (1959) - On the fungal flora of Iraqi soils. II. *Central Iraq. Mycologia* 51, 429 - 439
- ARA, S. H. & MAHMUD, K. A. (1954) - Blossom blight of *Zanonia indica* Linn. *Curr. Sci.* 23, 365
- ATKINSON, G. F. (1912) - The morphology of *Zygorhynchus* and its relation to the *Ascomycetes*. *Sci.* 25, 151
- ATKINSON, G. F. (1918) - The genus *Endogone*. *Mem Brookl. Bot. Gard.* 1, 1 - 17
- AYERS, T. T. (1933) - Growth of *Dispira cornuta* in artificial cultures. *Mycologia* 25, 333 - 341
- AYERS, T. T. (1935) - Parasitism of *Dispira cornuta*. *Mycologia* 27, 235 - 261
- BABICKA, J. & SEMERAD, A. (1943) - Mikroflora der Rohhäute und Leder. Zusammenfassung. *Bull. Acad. internat. Prague* 43, 274 - 275
- BACCARINI, P. (1903) - Sopra i caratteri di qualche *Endogone*. *Nuovo Giorn. bot. ital.* II. Ser. 10, 79 - 92
- BACHMANN, H. (1900) - *Mortierella* van Tieghemi n. sp. *Jb. wiss. Bot.* 34, 279 - 328
- BACHMANN, J. (1895) - Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Sporenbildung von *Thamnidium elegans*. *Bot. Ztg.* 53, I, 107 - 130
- BADURA, L. (1963) - Fungilli nuovi, rari o critici isolati dal suolo sotto i faggi dell'Orto Botanico di Torino. *Allionia* 9, 175 - 185
- BADURA, L. & BADUROWA, M. (1964) - Distribution of soil fungi in the Lubsza beech reserve. *Act. Soc. Bot. Polon.* 33, 507 - 525
- BAIJAL, U. & MEHROTRA, B. S. (1965) - Species of *Mucor* from India II. *Sydowia, Ann. Mycol. Ser. II*, 19, 204 - 212
- BAINIER, G. (1879) - *Bull. Soc. Bot. France* 26
- BAINIER, G. (1880) - *Bull. Soc. Bot. France* 27
- BAINIER, G. (1882) - Etude sur les Mucorinées. These, Paris, 136 S.
- BAINIER, G. (1883a) - Observations sur les Mucorinées. *Ann. Sc. Nat. Bot. sér.* 6, 15, 70 - 104

- BAINIER, G. (1883 b) - Sur les zygosporées des Mucorinées. Ann. Sc. Nat. Bot. sér. 6, 15, 342 - 356
- BAINIER, G. (1884) - Nouvelles observations sur les zygosporées des Mucorinées. Ann. Sc. Nat. Bot. sér. 6, 19, 200 - 216
- BAINIER, G. (1889) - *Absidia coerulea*. Bull. Soc. Bot. France 36, 184
- BAINIER, G. (1903) - Sur quelques espèces de Mucorinées nouvelles ou peu connues. Bull. Soc. Mycol. France 19, 153 - 172
- BAINIER, G. (1906 a) - Observations sur l'*Helicostylum elegans* (Corda). Bull. Soc. Mycol. France 22, 210 - 212
- BAINIER, G. (1906 b) - *Dispira cornuta* van Tieghem. Bull. Soc. Mycol. France 22, 213 - 215
- BAINIER, G. (1906 c) - Recherches sur les *Coemansia* et sur l'*Acrostalagmus nigripes* n. sp. Bull. Soc. Mycol. France 22, 217 - 223
- BAINIER, G. (1907) - Quelques espèces de la tribu des Céphalidées. Bull. Soc. Mycol. France 23, 218 - 228
- BAINIER, G. & SARTORY, A. (1913) - Etudes morphologique et biologique du *Mura-tella elegans* n. sp. Bull. Soc. Mycol. France 29, 129 - 136
- BANBURY, G. H. (1955) - Physiological studies in the *Mucorales*. III. The zygotropism of zygosporées of *M. mucedo* Brefeld. J. exper. Bot. 6, 235 - 244
- BARNETT, H. L. & LILLY, V. G. (1950) - Nutritional and environmental factors influencing asexual sporulation of *Choanephora cucurbitarum* in culture. Phytopath. 40, 80 - 89
- BARNETT, H. L. & LILLY, V. G. (1955) - The effects of humidity, temperature and CO₂ on sporulation of *Choanephora cucurbitarum*. Mycologia 47, 26 - 29
- BARNETT, H. L. & LILLY, V. G. (1956) - Factors affecting the production of zygosporées by *Choanephora cucurbitarum*. Mycologia 48, 617 - 627
- BARNETT, H. L., LILLY, V. G. & KRAUSE, R. F. (1956) - Increased production of carotene by mixed + and - cultures of *Choanephora cucurbitarum*. Science 123, 141
- BARY, A. de (1865) - Zur Kenntnis der Mucorineen. Abh. Senckenb. Naturf. Ges. 5, 345 - 375
- BARY, A. de (1884) - Vergleichende Morphologie und Physiologie der Pilze. Leipzig
- BAUDIN, P. (1956) - Maladies parasitaires des Igname en Côte d'Ivoire. Rev. Mycol. Suppl. Colon. 21, 87 - 111
- BEAUVÉRIE, J. (1900) - Etude sur le polymorphisme des champignons. Influence du milieu. Ann. de l'Univ. Lyon 3, 162 - 180
- BECKWITH, T. D. (1911) - Root and Culm Infections of Wheat by Soil Fungi in North Dakota. Phytopath. 1, 170 - 176
- BEER, R. (1902) - *Coemansiella alabastrina*. J. Bot. 40, 169 - 173
- BEHRENS, J. (1902) - Untersuchungen über die Gewinnung der Hanffaser durch natürliche Röstmethoden. Zbl. Bakt. II 8, 264 - 299
- BENJAMIN, C. R. & HESSELTINE, C. W. (1957) - The genus *Actinomucor*. Mycologia 49, 240 - 249

- BENJAMIN, C. R. & HESSELTINE, C. W. (1959) - Studies on the genus *Phycomyces*. *Mycologia* 51, 751 - 771
- BENJAMIN, R. K. (1958) - Sexuality in the *Kickxellaceae*. *Aliso* 4, 149 - 169
- BENJAMIN, R. K. (1959) - The merosporangiferous *Mucorales*. *Aliso* 4, 321 - 433
- BENJAMIN, R. K. (1960) - Two new members of the *Mucorales*. *Aliso* 4, 523 - 530
- BENJAMIN, R. K. (1961) - Addenda to "The merosporangiferous *Mucorales*." *Aliso* 5, 11 - 19
- BENJAMIN, R. K. (1963) - Addenda to "The merosporangiferous *Mucorales*." *Aliso* 5, 273 - 288
- BENJAMIN, R. K. (1965) - Addenda to "The merosporangiferous *Mucorales*." III. *Dimargaris*. *Aliso* 6, 1 - 10
- BENJAMIN, R. K. (1966) - The merosporangium. *Mycologia* 58, 1 - 42
- BENJAMIN, R. K. (1967) - "The merosporangiferous *Mucorales*." *Biblioth. Mycologica* 5, Repr. (Cramer, Lehre)
- BENJAMIN, R. K. & Mehrotra, B. S. (1963) - Obligate azygospore formation in two species of *Mucor* (*Mucorales*). *Aliso* 5, 235 - 245
- BERKELEY, M. J. (1860) - In Hooker, J.: Botany of Antarctic Voyage. Part III, 2, 270
- BERKELEY, M. J. (1879) - In Warming: Symbolae ad Floram Braziliae centralis cognoscendam. Vid. medd. Naturh. Foren. Kopenhagen
- BERKELEY, M. J. & BROOME, C. E. (1854) - Notices of British fungi. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 2. sér. 13, 458 - 469
- BERKELEY, M. J. & BROOME (1873) - Fungi of Ceylon. *J. Linn. Soc.* 14, 137
- BERKELEY, M. J. & RAVENEL (1875) - *Grevillea* 3, 11
- BERLESE & DE TONI (1888) - *Sylloge fungorum de Saccardo*. *Sacc. Syll. Fung.* 7, 1
- BERRY, C. R. (1959) - Factors affecting parasitism of *Piptocephalis virginiana* on other *Mucorales*. *Mycologia* 51, 824 - 832
- BERRY, C. H. & BARNETT, H. L. (1957) - Mode of parasitism and host range of *Piptocephalis virginiana*. *Mycologia* 49, 374 - 386
- BERSA, E. (1930) - Kultur und Ernährungsphysiologie der Gattung *Pilobolus*. *Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, Natw. Kl. I*, 139, 355 - 371
- BESSEY, E. A. (1946) - Studies on *Pilobolus*. *P. kleinii* and *P. longipes*. *Pap. Michig. Acad. Sci. Arts Lett.* 32, 15 - 25
- BEYMA THOE KINGMA, F. H. van (1931) - *Rhizopus bovinus*. *Mitt. a. D. C. B. S.* 3
- BEYMA THOE KINGMA, F. H. van (1929) - *Mykologische Untersuchungen. Über eine neue Mortierella, Mort. atrogrisea* n. sp. *Verh. Kon. Ak. v. Wetensch. Amsterdam II. Sect. Deel.* 26
- BEYMA THOE KINGMA, F. H. van (1944) - Beschreibung einiger neuer Pilzarten aus dem Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn (Niederland). *Antonie van Leeuwenhoek, J. Microbiol., Serol.* 10, 41 - 56
- BISBY, G. R., BULLER, A. H. R. & Dearness, J. (1929) - *The Fungi of Manitoba*. Longmans, Green & Co. London, New York
- BISBY, G. R., JAMES, N. & TIMONIN, M. (1933) - Fungi isolated from Manitoba soils by the plate method. *Canad. J. Res.* 8, 253 - 275

- BJÖRLING, K. (1936) - Über die Gattungen *Mortierella* und *Haplosporangium*, Bot. Notiser, 1936 (Lund) S. 116 - 126
- BLAKESLEE, A. F. (1904 a) - Zygosporangium formation a sexual process. Sci. N. S. 19, 864 - 866
- BLAKESLEE, A. F. (1904 b) - Sexual reproduction in the *Mucorineae*. Proc. Amer. Ac. Arts a. Sci. 40, 205 - 319
- BLAKESLEE, A. F. (1905) - Two conidia-bearing fungi *Cunninghamella* and *Thamnocephalis*. Bot. Gaz. 40, 161 - 170
- BLAKESLEE, A. F. (1906 a) - Zygosporangium germination in the *Mucorineae*. Ann. Mycol. 4, 1 - 28
- BLAKESLEE, A. F. (1906 b) - Differentiations of sex in thallus gametophyte and sporophyte. Bot. Gaz. 42, 161 - 178
- BLAKESLEE, A. F. (1906 c) - Zygosporangia and sexual strains in the common bread mould, *Rhizopus nigricans*. Sci. N. S. 24, 118 - 122
- BLAKESLEE, A. F. (1909) - Papers on Mucors. Bot. Gaz. 47, 418 - 423
- BLAKESLEE, A. F. (1913) - Conjugation in the heterogamic genus *Zygorhynchus*. Mycol. Cbl. 2, 241 - 244
- BLAKESLEE, A. F. (1913) - A possible means of identifying the sex of (+) and (-) races in the Mucors. Sci. N. S. 37, 880 - 881
- BLUMER, S. (1945) - Bodenpilze aus den Schieferschutthalden von Engi (Glarus). Mitt. Naturf. Ges. Kanton Glarus 7, 185 - 203
- BOBR-TYLINGO, H. (1954) - Deux Mucorinées de Madagascar. Rev. Mycol. Suppl. colon. 19, 20 - 27
- BOBYR, A. D. (1959) - Antivirus properties of the products of the vital activity of fungi of the genus *Mortierella*. J. Microbiol., Kiev, 21, 33 - 39
- BOEDIJN, K. B. (1927) - Über *Rhopalomyces elegans* Corda. Ann. Mycol. 25, 161 - 166
- BOEDIJN, K. B. (1935) - The genera *Endogone* and *Sclerogaster* in the Netherlands Indies. Bull. Jard. bot. Buitenzorg 13, 503
- BOEDIJN, K. B. (1958) - Notes on the *Mucorales* of Indonesia. Sydowia, Ann. Mycol. Ser. II, 12, 321 - 362
- BOIDIN (1901) - Rev. gén. sc. pures et appl.
- BOLTON, J. (1788 - 1791) - A history of fungusses, growing about Halifax. Huddersfield
- BONNER, J. (1932) - The production of growth substance by *Rhizopus suinus*. Biol. Zbl. 52, 565 - 582
- BONNER, R. D. & FERGUS, C. L. (1959) - The fungus flora of cattle feeds. Mycologia 51, 855 - 863
- BONORDEN, H. F. (1864) - Abh. Naturf. Ges. Halle 8, 109
- BORUT, S. Y. & JOHNSON, T. W. (1962) - Some biological observations on fungi in estuarine sediments. Mycologia 54, 181 - 193
- BREFELD, O. (1872) - *Mucor*, *Chaetocladium*, *Piptocephalis*. Bot. Unters. Schimmelp. 1
- BREFELD, O. (1876) - *Mortierella Rostafinskii*. Sitz. Ges. Natf. Fr. Berlin
- BREFELD, O. (1881) - *Chaetocladium*, *Pilobolus*, *Mortierella*; Unters. Gesgeb. Mykol. 4, 1 - 191

- BREFELD, O. (1889) - *Chlamydomucor*. Unters. Gesgeb. Mykol. 8
- BREFELD, O. (1891) - *Thamnidium*, *Rhizopus*, *Mortierella*. Unters. Gesgeb. Mykol. 9
- BRESADOLA, J. (1896) - Fungi Brasilienses lecti a clar. Dr. A. Möller. Hedwigia 35, 297
- BRESADOLA, J. (1913) - (s. Torrend)
- BROWN, J. C. (1958) - Soil fungi of some British sand dunes in relation to soil type and succession. Ecol. 46, 641 - 664
- BRUDERLEIN, J. (1916) - *Mucor lusitanicus* n. sp. Bull. Soc. Bot. Genève, 2. sér. 8, 273 - 276
- BRUDERLEIN, J. (1917) - Le *Rhizopus maydis* n. sp. Bull. Soc. Bot. Genève, 2. sér. 9, 108 - 112
- BRUNK, M. & Barnett, H. L. (1966) - Mycoparasitism of *Dispira simplex* and *D. parvispora*. Mycologia 58, 518 - 523
- BUCHOLTZ, F. (1902) - Beitrag zur Morphologie usw. der Hypogaeen. Naturhist. Mus. Scheremetjeff, Moskau
- BUCHOLTZ, F. (1911) - Über die Befruchtung von *Endogona lactiflua* Berk. Ann. Mycol. 9, 329 - 330
- BUCHOLTZ, F. (1912) - Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Endogone* Link, Beih. Bot. Cbl. II, 39, 147 - 224
- BULLER, A. H. R. (1921) - Upon the ocellus function of the subsporangial swelling of *Pilobolus*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 7, 61 - 64
- BULLER, A. H. R. (1934) - The biology and taxonomy of *Pilobolus*. Res. on fungi 6, 1 - 224
- BÜNNING, E. (1937 a) - Phototropismus und Carotinoide. I. Phototropische Wirksamkeit von Strahlen verschiedener Wellenlänge und Strahlenabsorption im Pigment bei *Pilobolus*. Planta 26, 719 - 736
- BÜNNING, E. (1937 b) - Phototropismus und Carotinoide. II. Das Carotin der Reizaufnahmezonen von *Pilobolus*, *Phycomyces* und *Avena*. Planta 27; 148 - 158
- BÜNNING, E. (1937 c) - Phototropismus und Carotinoide. III. Weitere Untersuchungen an Pilzen und höheren Pflanzen. Planta 27, 583 - 610
- BUNTING, R. H. (1929 a) - Defective cacao. Gold Coast Dep. Agric. Year Book, 1928 (Bull. 16) 37 - 43
- BUNTING, R. H. (1929 b) - Fungi occurring in cacao beans. Gold Coast Dep. Agric. Year Book 1928 (Bull. 16) 44 - 57
- BURGEFF, H. (1912) - Über Sexualität, Variabilität und Vererbung bei *Phycomyces nitens*. Ber. D. Bot. Ges. 30, 679 - 685
- BURGEFF, H. (1915) - Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erbllichkeit bei *Phycomyces nitens* Kz. I. Flora 7, 259 - 316; 353 - 448
- BURGEFF, H. (1920 a) - Über den Parasitismus des *Chaetocladium* und die heterocaryotische Natur der von ihm auf Mucorineen erzeugten Gallen. Z. Bot. 12, 1 - 35
- BURGEFF, H. (1920 b) - Sexualität und Parasitismus bei Mucorineen. Ber. D. Bot. Ges. 38, 318 - 327
- BURGEFF, H. (1924) - Untersuchungen über Sexualität und Parasitismus bei Mucorineen. I. Bot. Abh. 4, 1 - 135

- BURGEFF, H. (1925) - Über die Arten und Artkreuzung in der Gattung *Phycomyces* Kunze. Flora 18, 40 - 46
- BURGEFF, H. (1930) - Parasitismus, Wasserbewegung und Stofftransport. Ein Beitrag zur Physiologie der Mucorineenparasiten (Sikyonten) mit einem Vorwort zum Sexualitätsproblem. Z. Bot. 23, 589 - 608
- BURKERT, H. (1923) - Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über *Mucor strictus* Hagem. Diss. Marburg
- BURNETT, J. H. (1956) - Carotene and sexuality in *Mucoraceae*, especially in *Phycomyces blakesleeanae*. New Phytolog. 55, 45 - 49
- BURNSIDE, C. E. (1935) - A disease of young bees caused by a *Mucor*. Amer. Bee. J. 25, 75 - 76
- BUTKEWITSCH, W. (1903) - Umwandlung der Eiweißstoffe durch die niederen Pilze im Zusammenhang mit einigen Bedingungen im Zusammenhang mit einigen Bedingungen ihrer Entwicklung. Jb. wiss. Bot. 38, 147 - 240
- BUTLER, E. E. (1952) - A new species of *Mucor*. Mycologia 44, 561 - 563
- BUTLER, E. E. (1959) - Fungi and rots in California canning tomatoes. Plant Dis. Rep. 43, 187 - 192
- BUTLER, E. J. (1918) - Fungi and diseases in plants. VI. Calcutta.
- BUTLER, E. J. & SHAW, F. J. F. (1913 - 1914) - Reports of the Imperial Mycologist. Rep. Agric. Res. Inst. Coll. Pusa, 48 - 60
- BUTLER, E. J. & al. (1923 - 1924) - Reports of the Imperial Mycologist. Rep. Agric. Res. Inst. Coll. Pusa, by Mc Rae, 41 - 51
- CALLEN, E. O. (1940) - The morphology, cytology and sexuality of the homothallic *Rhizopus sexualis* (Smith) Callen. Ann. Bot. N. S. 4, 791 - 818
- CALMETTE (1892) - La levure chinoise. Ann. Ins. Pasteur 6, 605
- CAMPBELL, M. E. (1938) - An investigation of the *Mucorales* in the soil. Trans. Roy. Soc. Edinburgh 59, 411 - 436
- CANOVA, A. (1954) - Marciume della Barbabietola de *Rhizopus arrhizus* Fischer. Ann. Sper. agric. N. S. 8, 447 - 454
- CARLILE, M. J. (1965) - The photobiology of fungi. Ann. Rev. Plant Physiol. 16, 175 - 202
- CARMICHAEL, J. W. (1951) - The pulmonary fungus *Haplosporangium parvum*. II. Strain and generic relationships. Mycologia 43, 605 - 624
- CASTELLANI, E. (1935) - Influenza dei prodotti di escrezione di alcuni funghi isolati dall'apparato radicale della Barbabietola sulla germinazione de Mais. Nuovo G. bot. ital. 42, 614 - 622
- CELAKOWSKY, L. (1906) - Beiträge zur Fortpflanzungsphysiologie der Pilze. Kgl. Böhm. Ges. Wiss. Prag 1 - 86
- CHAND, H. (1937) - Study of the fungus flora of the Lahore soils. Proc. Indian Acad. Sci. B, 5, 324 - 331
- CHANG, Y (1967) - *Linderina macrospora* sp. nov. from Hong Kong. Trans. Brit. Mycol. Soc. 50, 311 - 314
- CHAUDHURI, H. P. (1935) - The occurrence of *Choanephora cucurbitarum* (Berk. et Rav.) Thaxter on *Cassia tora* Linn. Curr. Sci. 3, 423 - 424

- CHAUDHURI, H. & SACHAR, G. S. (1934) - A study of the Fungus Flora of the Punjab soils. *Ann. Mycol.* 32, 90 - 100
- CHESTERS, C. G. C. (1948) - A contribution to the study of fungi in the soil. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 30, 100 - 117
- CHESTERS, C. G. C. & THORNTON, R. H. (1956) - A comparison of techniques for isolating soil fungi. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 39, 301 - 313
- CHEVAUGEON, J. (1956) - Enquête phytopathologique dans de bassin du cavally. *Rev. Mycol. Suppl. colon.* 21, 57 - 86
- CHODAT, R. & NECHITCH (1904) - (Thèse, Genf)
- CHODAT, R. & SCHOPFER, W. H. (1927) - Carotine et sexualité. *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 44, 176 - 179
- CHOWDHURY, S. (1946) - Some fungi from Assam II. *Indian J. Agric. Sci.* 16, 520 - 527
- CHRISTENBERRY, G. A. (1938) - A study of the effect of light of various periods and wave length on the growth and asexual reproduction of *Choanephora cucurbitarum* (Berk. et Rav.) Thaxter. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 54, 297 - 310
- CHRISTENBERRY, G. A. (1940) - A taxonomic study of the *Mucorales* in the South Eastern U. S. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 56, 333 - 366
- CHRISTIANSEN, M. (1922) - General Mucormykose hos Svin. *Kgl. Vet. Landboh. Aarskr.*
- CHRISTIANSEN, M. (1929) - Mucormykose beim Schwein. *Virch. Arch. path. Anat.* 273, 829 - 858
- CHRZASZCZ, T. (1901) - Die chinesische Hefe. *Zbl. Bakt.* II, 7, 326 - 338; 913
- CIAGLINSKI & HEWELKE (1893) - Über die schwarze Zunge. *Z. Kling. Med.* 12
- CIFERRI, R. & ASHFORD, B. K. (1929) - A new species of *Mortierella* isolated from the human skin. *Porto-Rico. J. Publ. Health a. Trop. Med.* 5, 134 - 143
- CLEMENTS, F. E. & SHEAR, C. L. (1957) - The genera of Fungi. New York
- CLINTON (1903) - *Connectic. Agr. Exp. Stat.*
- COCCONI, G. (1900) - Ricerche intorno ad una nuova Mucorinea del genere *Absidia*. *Mem. Ac. Sc. Bologna Ser. V*, 8, 107
- COCHRANE, V. W. (1958) - *Physiology of Fungi*. New York, London
- COEMANS, E. (1862) - Notice sur un champignon nouveau: *Kickxella alabastrina* Cms. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 1, 155 - 159
- COEMANS, E. (1863) - Quelques hyphomycetes nouveaux. I. *Mortierella polycephala* et *Alatensella pectinata*. *Bull. Acad. Roy. Bot. Belgique* 2. sér. 15, 536
- COLHOUN, J. (1938) - Fungi causing rots of Apple fruits in storage in Northern Ireland. *Ann. appl. Biol.* 25, 88 - 99
- COLIN-RUSS, A. (1940) - A contribution to the study and control of mould growth in leather and other materials. *J. internat. Soc. Leath. Chem.* 24, 395 - 408
- CONTOIS, D. E. (1953) - Microflora of the rhizosphere of the Pineapple plant. *Soil. Sci.* 76, 259 - 272
- COOKE, M. C. (1882) - Notes on *Hypocreaceae*. *Grevillea* 11, 83
- COOKE, M. C. (1892) - *Handbook of Australian Fungi*. Melbourne

- COONEY, D. G. & EMERSON, R. (1964) - Thermophilic fungi. San Francisco, London
- CORDA (1838) - Icon. Fung. 2
- CORDA (1839) - Prachtflora europäischer Schimmelbildungen
- COSTANTIN, M. J. (1887) - Sur le *Mucor plasmaticus* van Tiegh. Bull. Soc. Bot. France 34, 33 - 35
- COSTANTIN, M. J. (1888) - Sur un nouveau *Mortierella*. Bull. Soc. Mycol. France 4, 150 - 153
- COSTANTIN, M. J. (1892) - Note sur un cas de pneumomycose observé sur un chat. Bull. Soc. Mycol. France 8, 57 - 59
- COSTANTIN, M. J. & LUCET (1903) - Sur un *Rhizopus* pathogène. Bull. Soc. Mycol. France 19, 200 - 216
- COUCH, J. N. (1925) - A New dioecious species of *Choanephora*. J. Elisha Mitchell. Sci. Soc. 41, 141 - 150
- CROUAN, P. L. & CROUAN, H. M. (1867) - Florule du Finistère. Paris & Brest, 262 S.
- CUNNINGHAM, D. D. (1895) - A new and parasitic species of *Choanephora*. Ann. Roy. Bot. Gard. Calcutta 6, 163 - 174
- CURREY, F. (1873) - On a new genus in the order Mucedines. J. Linn. Soc. Bot. 13, 333 - 334; 578
- CURY, R. (1946) - Moléstias des Abelhas. Biologico 12, 241 - 254
- CUTTER, V. M. (1946) - The genus *Cunninghamella* (*Mucorales*). Farlowia 2, 321 - 343
- DADE, H. A. (1929) - Minor records, Division of Mycology, 1928. Gold Coast Dep. Agric. 1928 (Bull. 16), 250 - 253
- DADE, H. A. (1937) - New Gold Coast Fungi. I. Trans. Brit. Mycol. Soc. 21, 16 - 28
- DALE, E. (1912) - On the fungi of the soil. I. Sandy soil. Ann. Mycol. 10, 452 - 477
- DALE, E. (1914) - On the fungi of the soil. II. Ann. Mycol. 12, 33 - 62
- DALVI, D. P. (1930) - Biochemistry of tan-liquor fermentation. J. Indian Inst. Sci. 13, 173 - 192
- DANGEARD, P. A. (1906) - La fécondation nucléaire chez les Mucorinées. C. R. Acad. Sci. Paris 142, 645 - 646
- DANTAS, B. & RIBEIRO, O. N. (1947) - Observacao preliminar sobre *Choanephora cucurbitarum* (Berk. et Rav.) Thaxter. Braz. Bot. Soc. Bras. Agron. 10, 1 - 11
- DAS GUPTA, S. N. & BHATT, R. S. (1946) - Studies in the diseases of *Mangifera indica* L. J. Indian. Bot. Soc. 25, 187 - 203
- DASTUR, J. F. (1920) - *Choanephora cucurbitarum* (B. et Rav.) Thaxter, on Chillies (*Capsicum* spp.). Ann. Bot. 34, 399 - 403
- DASZEWSKA, W. (1912) - Etude sur la desagregation de la cellulose dans la terre de Bruyère et la Tourbe. Bull. Soc. Bot. Genève, 2. sér. 4, 255 - 316
- DAUPHIN, J. (1908) - Contribution à l'Etude des *Mortierellées*. Ann. Sci. Nat. Bot. sér. 9, 8, 1 - 112
- DEBRIT, F. P. (1950) - Beitrag zur Wirkstoffphysiologie von *Mucor Ramannianus* Möller und *Mucor Ramannianus* Möller var. *angulispora* Naoumoff. Diss., Bern.
- DECKENBACH, C. (1896) - Note sur un nouvelle espèce des Mucorinées. Scripta bot. Univ. Imp. Petrop. 12, 252 - 256

- DESHPANDE, K. B. & MANTRI, J. M. (1965) - A new species of *Mortierella* from bean pod. Mycopath. Mycol. appl. 27, 223 - 224
- DIXON-STEWART, D. (1932) - Species of *Mortierella* isolated from soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. 17, 208 - 220
- DOBBS, C. G. (1938) - The life history and morphology of *Dicranophora fulva* Schroet. Trans. Brit. Mycol. Soc. 21, 167 - 192
- DOBBS, G. C. & ENGLISH, M. P. (1954) - *Piptocephalis xenophila* sp. nov. parasitic on nonmucorine hosts. Trans. Brit. Mycol. Soc. 37, 375 - 389
- DOLK, H. E. & THIMANN, K. V. (1932) - Proc. Nat. Ac. Sc. USA. 18, 30
- DOWDING, E. S. (1955) - Endogone in Canadian rodents. Mycologia 47, 51 - 57
- DOWDING, E. S. (1959) - Ecology of *Endogone*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 42, 449 - 457
- DOZY, F. & MOLKENBOER, J. H. (1846) - Novae fungorum species in Belgio septentrionali nuper detectae, quas iconibus et descriptionibus illustrarunt. Extr. Tijdschr. Nat. Gesch. Deel XII.
- DRECHSLER, C. (1955) - A new species of *Rhopalomyces* occurring in Florida. Bull. Torrey Bot. Cl. 82, 473 - 479
- DRECHSLER, C. (1961) - Production of large solitary sporangio-spores in some species of the *Mucorales*. Mycologia 53, 439 - 442
- DURRELL, L. W. (1965) - Fungi in nests of paper wasps. Amer. Midl. Nat. 73, 501 - 503
- DURRELL, L. W. & FLEMING, M. (1966) - A new species of *Thamnidium* from Death valley, California. Mycologia 58, 797 - 801
- EDDY, E. D. (1925) - A storage rot of peaches caused by a new species of *Choanephora*. Phytopath. 15, 607 - 610
- EHRENBERG, C. G. (1820) - Nova Acta Acad. Leop. 10
- EIDAM (1883) - Jber. schles. Ges. vaterl. Kult. 61
- ELLIOTT-BAYLISS, J. S. (1913) - *Sigmoideomyces clathroides*, a new species of fungus. Trans. Brit. Mycol. Soc. 4, 121 - 123
- ELLIOTT-BAYLISS, J. S. (1926) - Three fungi imperfecti. J. Bot. 64, 105 - 108
- ELLIOTT-BAYLISS, J. S. (1930) - The soil fungi of the Dovey salt marshes. Ann. appl. Biol. 17, 284 - 305
- ELLIS, J. B. (1893) - *Hypomyces alboluteus*. E. et E. n. s. Notes on *Glaziella*. J. Inst. Jamaica 1, 262; 265
- ELLIS, J. J. (1963) - A study of *Rhopalomyces elegans* in pure culture. Mycologia 55, 183 - 198
- ELLIS, J. J. (1966) - On growing *Syncephalis* in pure culture. Mycologia 58, 465 - 468
- ELLIS, J. J. & HESSELTINE, C. W. (1962) - *Rhopalomyces* and *Spinellus* in pure culture and the parasitism of *Rhopalomyces* on nematode eggs. Nature, London, 193, 699 - 700
- ELLIS, J. J. & HESSELTINE, C. W. (1965) - The genus *Absidia*: Globose-spores species. Mycologia 57, 222 - 235
- ELLIS, J. J. & HESSELTINE, C. W. (1966) - Species of *Absidia* with ovoid sporangio-spores. II. Sabouraudia, J. Int. Soc. Human Animal Mycology 5, 59 - 77
- ELLIS, M. (1940) - Some fungi isolated from pinewood soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. 24, 87 - 97

- EMBREE, R. W. (1959) - *Radiomyces*, a new genus in the *Mucorales*. Amer. J. Bot. 46, 25 - 30
- EMBREE, R. W. (1962) - A new species in the genus *Chaetocladium*. Mycologia 54, 305 - 308
- EMBREE, R. W. (1963) - Observation on *Mortierella vesiculosa*. Trans. Brit. Myc. Soc. 40, 560 - 564
- EMBREE, R. W. (1965) - A new species of *Syncephalis* (*Mucorales*). Amer. J. Bot. 52, 737 - 741
- EMMONS, C. W. & ASHBURN, L. L. (1942) - The isolation of *Haplosporangium parvum* sp. nov. and *Coccidioides immitis* from wild rodents. Publ. Health Rep. 57, 1715 - 1727
- ENGLISH, W. H. (1940) - Taxonomic and pathogenicity studies of the fungi which cause decay of pears in Washington. Res. Stud. St. Coll. Wash. 8, 127 - 128
- EVANS, E. (1954) - Soil recolonization tube for studying recolonization of sterilized soil by micro-organisms. Nature, London, 173, 1196
- FARLOW (1878) - Bull. Bussey. Inst. 2, 224
- FARROW, W. M. (1954) - Tropical soil fungi. Mycologia 46, 632 - 646
- FEHER, D. (1933) - Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Wassergehalt des Bodens auf die Lebenserscheinungen der Bodenbakterien. Arch. Mikrobiol. 4, 447 - 486
- FEHER, D. (1933) - Die Mikrobiologie des Waldbodens. Berlin
- FENNER, E. A. (1932) - *Mycotypha microspora*, a new genus of the *Mucoraceae*. Mycologia 24, 187 - 198
- FISCHER, A. (1892) - *Phycomycetes: Mucorinae*. Rabenhorst, Kryptogamenfl. 1, IV, 161 - 310
- FISCHER, E. (1897) - Tuberaeen und Hemiasceen: Rabenhorst, Kryptogamenfl. 1, V, 1 - 131
- FITZPATRICK, H. M. (1930) - The lower fungi. *Phycomycetes*. New York
- FRESENIUS (1850) - Beiträge zur Mykologie.
- FOSTER, J. W., CARSON, S. F., ANTHONY, D. S., DAVIS, J. B., JEFFERSON, W. E. & LONG, M. V. (1949) - Aerobic formation of fumaric acid in the mould *Rhizopus nigricans*: synthesis by direct C₂ condensation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 35, 663 - 672
- FRESENIUS (1863) - Beiträge zur Mykologie.
- GALLOWAY, L. D. (1936) - Indian soil fungi. Indian J. Agric. Sci. 6, 578 - 585
- GAMS, W. (1959) - Die Bodenpilze im zentralalpinen Rohhumus. Diss. Innsbruck.
- GAMS, W. (1959) - Isolierung von Hyphen aus dem Boden. Sydowia, 13, 87 - 94
- GAMS, W. (1961) - Eine neue *Mortierella* aus dem zentralalpinen Rohhumus. Nova Hedwigia 3, 69 - 71
- GAMS, W. (1963) - *Mortierella angusta* (Linnemann) n. comb. und die Entstehung von Stylosporen in der Gattung *Mortierella*. Ber. Naturw.-Med. Ver. Innsbruck 53, 71 - 76
- GAMS, W. & WILLIAMS, S. T. (1963) - Heterothallism in *Mortierella parvispora* Linnemann. Nova Hedwigia, 5, 347 - 357
- GANDRUP, J. (1923) - Onderzoekingen over het optreden van dufheit in tabak. Besoek. Proefstat. Meded. 35

- GARJEANE, A.J.M. (1911) - Die Verpilzung der Lebermoosrhizoiden. Flora N. F. 2, 147 - 185
- GASKILL, J. O. & SELISKAR, C. E. (1952) - Effect of temperature on rate of rotting of sugar beet tissue by two storage pathogens. Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Tech. 1952, 571 - 574
- GAYON, M. (1878) - De la fermentation alcoolique avec le *Mucor circinelloides*. Ann. Phys. Chim. 14, 258
- GAYON, M. & DUBOURG (1887) - Ann. Inst. Pasteur 1, 532
- GEDOELST (1902) - Les champignons parasites. Brüssel
- GERDEMANN, J. W. (1961) - A species of *Endogone* from corn causing vesicular-arbuscular mycorrhiza. Mycologia 53, 254 - 261
- GERDEMANN, J. W. (1965) - Vesicular-arbuscular mycorrhizae formed on maize and tuliptree by *Endogone fasciculata*. Mycologia 57, 562 - 575
- GHATAK, P. N. & ROY, T. C. (1939) - Studies in the soil fungi fo the paddy fields of Bengal. I. Fungi of unmanured paddy fields of Chinsurah Agricultural Farm. J. Indian Bot. Soc. 18, 113 - 127
- GHOSH, G. R. & DUTTA, B. G. (1962) - Soil fungi from paddy fields of Orissa. Proc. 49th Indian Sci. Congr. III, 244
- GIBSON, I. A. S. & CLINTON, P. K. S. (1953) - Pre-emergence seed-bed losses in Groundnuts at Urambo, Tanganyika Territory. Emp. J. exp. Agr. 21, 226 - 235
- GIESEBRECHT, W. (1915) - Beiträge z. morphologischen und biologischen Charakteristik von Mucorarten. Diss. Würzburg, 55 S.
- GINAI, M. A. (1936) - Further contribution to a Knowledge of Indian coprophilous fungi. J. Indian Bot. Soc. 15, 269 - 284.
- GOCHENAUR, S. E. & BACKUS, M. P. (1967) - Mycoecology of willow and cottonwood lowland communities in Southern Wisconsin. II. Soil microfungi in the sand-bar willow stands. Mycologia 59, 893 - 901
- GODDARD, H. N. (1913) - Can fungi living in agricultural soil assimilate free nitrogen? Bot. Gaz. 56, 249 - 305
- GODFREY, R. M. (1957) - Studies of British species of *Endogone*. I. Morphology and taxonomy. Trans. Brit. Mycol. Soc. 40, 117 - 135
- GOLDRING, D. (1936) - The effect of environment upon the production of sporangia and sporangiola in *Blakesleea trispora* Thaxter. Ann. Miss. Bot. Garden 23, 527
- GOODWIN, T. W. & GRIFFITH, L. A. (1952a) - Cartone synthesis of some naturally occuring mutants of *Phycomyces blakesleeanus* and by *Phycomyces nitens*: inhibition of carotenogenesis by streptomycin. Biochem. Soc. Proc. 51, 53.
- GOODWIN, T. W. & GRIFFITH, L. A. (1952 b) - Studies in carotenogenesis. 5. Carotene production by various mutants of *Phycomyces bladesleeanus* and *Phycomyces nitens*. Biochem. J. 52, 499 - 501
- GOUPIL, R. (1911) - C. R. Acad. Sci. Paris 153
- GREEN, E. (1927) - The life-history of *Zygorhynchus moelleri* Vuill. Ann. Bot. 41, 419 - 435
- GREGORY, P. H., LACEY, M. E., FESTENSTEIN, G. N. & SKINNER, F. A. (1963) - Microbial and biochemical changes during the moulding of hay. J. gen. Microbiol. 33, 147 - 174

- GREHN, J. (1932) - Untersuchungen über Gestalt und Funktion der Sporangienträger bei den Mucorineen. Jb. wiss. Bot. 76, 93 - 207
- GROSSMANN, H. (1911) - The occurrence of *Zyngorhynchus moelleri* in Michigan. 13. Rep. Mich. Ac. Sc. 204 - 207
- GROVE, W. B. (1885) - New or noteworthy fungi. J. Bot. 22, 131
- GUEGUEN, F. (1909) - Recherches sur le *Mucor sphaerosporus* Hagem, les variations et la cytologie de ses chlamydo-spores. J. Bot. 22, 215 - 243
- GUILLEMAT, J. & MONTEGUT, J. (1956) - Contribution à l'étude de la microflore fongique des sols cultivés. Ann. Inst. Rech. agron. Sér. C (Ann. Epiphyt.) 7, 471 - 540
- HAGEM, O. (1908) - Untersuchungen über norwegische Mucorineen. I. Christiania Vid.-Selsk. Skr. I. Math.-natw. Kl. 7, 1 - 50
- HAGEM, O. (1910 a) - Untersuchungen über norwegische Mucorineen. II. Christiania Vid.-Selsk. Skr. I. Math. - naturw. Kl. 4, 1 - 152
- HAGEM, O. (1910 b) - Neue Untersuchungen über norwegische Mucorineen. Ann. Mycol. 8, 265 - 286
- HAINES, R. B. & SMITH, E. C. (1933) - The storage of meat in small refrigerators. Dep. Sci. & Indus. Res. Food Invest. Board, Special Rept. 43, 30 pp
- HALISKY, P. M. & SATOUR, M. M. (1964) - Evaluating fungicides for the control of *Rhizopus* boll rot of cotton. Plant. Dis. Repr. 48, 359 - 363
- HANSEN, E. Chr. (1902) - C. R. Carlsberg 5, 64
- HANZAWA, J. (1912) - Zur Morphologie und Physiologie von *Rhizopus delemar*, dem Pilz des neueren Amylo-Verfahrens. Mycol. Zbl. 1, 76 - 91
- HANZAWA, J. (1912) - Studien über einige *Rhizopus*-Arten. Mycol. Zbl. 1, 406 - 409
- HARKNESS, H. W. (1899) - California hypogeous Fungi. Proc. Calif. Ac. Sc. sér. 3, 1, 279
- HARTER, L. L., WEIMER, J. L. & LAURITZEN, J. L. (1921) - The decay of sweet potatoes, produced by different species of *Rhizopus*. Phytopath. 11, 279 - 284
- HARTILL, W. F. T. (1963) - Controlling barn rot. Tob. Forum Rhod. Nyasald, 1963, 23 - 24
- HARZ, O. C. (1871) - Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 44
- HAWKER, L. E. (1954) - British hypogeous fungi. Phil. Trans. B. 237, 429 - 546
- HAYES, A. J. (1965) - Studies on the decomposition of coniferous leaf litter. II. Changes in external features and succession of microfungi. J. Soil. Sci. 16, 242 - 257
- HÄYREN, E. (1924) - *Mucor plumbeus* Bonorden (*M. spinosus* van Tieghem) aus Finland. Medd. Soc. Faun. Flor. Fenn. 48, 177 - 179
- HEIM, R. (1946) - Notes de phytopathologie africaine. 1. La pourriture de la hampe du Bananier en Guinée française. Rev. Mycol. Suppl. Colon. 11, 20 - 28
- HEITOR, F. (1962) - Wound parasitism by the fungus *Mucor hiemalis* Wehmer in insects. Ann. Epiphyt. 13, 179 - 203
- HENNEBERG, W. (1926) - Handbuch der Gärungsbakteriologie. 2. Spezielle Pilzkunde (Berlin)
- HENNINGS. P. (1897) - Beiträge zur Pilzflora Südamerikas. Hedwigia, 211

- HERTER, W. & FORNET, A. (1919) - Studien über die Schimmelpilze des Brotes. Zbl. Bakt. II, 49, 148 - 173
- HESSE, R. (1894) - Die Hypogäen Deutschlands. II. Halle.
- HESSELTINE, C. W. (1943) - *Haplosporangium bisporale*. Mycologia 35, 255 - 256
- HESSELTINE, C. W. (1952) - A survey of the *Mucorales*. Trans. N. Y. Acad. Sci. Ser. II, 14, 210 - 214
- HESSELTINE, C. W. (1953) - A revision of the *Choanephoraceae*. Amer. Midl. Nat. 50, 248 - 256
- HESSELTINE, C. W. (1954) - The Section *Genevensis* of the genus *Mucor*. Mycologia 46, 358 - 366
- HESSELTINE, C. W. (1955) - Genera of *Mucorales* with notes on their synonymy. Mycologia 47, 344 - 363
- HESSELTINE, C. W. (1957) - The genus *Syzygites*. Lloydia 20, 228 - 237
- HESSELTINE, C. W. (1960 a) - The zygosporic stage of the genus *Pirella* (*Mucoraceae*). Amer. J. Bot. 47, 225 - 230
- HESSELTINE, C. W. (1960 b) - *Gilbertella* gen. nov. (*Mucorales*). Bull. Torrey Bot. Cl. 87, 21 - 30
- HESSELTINE, C. W. (1965) - A millenium of fungi, food, and fermentation. Mycologia 57, 149 - 197
- HESSELTINE, C. W. & ANDERSON, P. (1956) - The genus *Thamnidium* and a study of the formation of its zygo-spores. Amer. J. Bot. 43, 696 - 703
- HESSELTINE, C. W. & ANDERSON, P. (1957) - Two genera of moulds with low temperature growth requirements. Bull. Torrey Bot. Cl. 84, 31 - 45
- HESSELTINE, C. W. & ANDERSON, R. F. (1957) - Microbiological production of carotenoids. I. Zygo-spores and carotene produced by intraspecific and interspecific crosses of *Choanephoraceae* in liquid media. Mycologia 49, 449 - 452
- HESSELTINE, C. W. & BENJAMIN, C. R. (1957) - Notes on the *Choanephoraceae*. Mycologia 49, 723 - 733
- HESSELTINE, C. W. & BENJAMIN, C. R. (1959) - Microbiological production of carotenoids. VI. Some factors affecting sporulation and growth in the *Choanephoraceae*. Mycologia 51, 887 - 901
- HESSELTINE, C. W., BENJAMIN, C. R. & MEHROTRA, B. S. (1959) - The genus *Zygorhynchus*. Mycologia 51, 173 - 194
- HESSELTINE, C. W. & ELLIS, J. J. (1961) - Notes on *Mucorales*, especially *Absidia*. Mycologia 53, 406 - 426
- HESSELTINE, C. W. & ELLIS, J. J. (1964 a) - The genus *Absidia*: *Gongronella* and cylindrical-spored species of *Absidia*. Mycologia 56, 568 - 601
- HESSELTINE, C. W. & ELLIS, J. J. (1964 b) - An interesting species of *Mucor*, *M. ramosissimus*. Sabouraudia 3, 151 - 154
- HESSELTINE, C. W. & ELLIS, J. J. (1966) - Species of *Absidia* with ovoid sporangio-spores. I. Mycologia 58, 761 - 785
- HESSELTINE, C. W. & FENNELL, D. I. (1955) - The genus *Circinella*. Mycologia 47, 193 - 212

- HESELTIME, C. W., PIDACKS, C., WHITEHILL, A. R., BOHONAS, N., HUTCHINGS, B. L. & WILLIAMS, J. H. (1952) - Coprogen, a new growth factor for coprophilic fungi. *J. Amer. Chem. Soc.* 74, 1362
- HESELTIME, C. W., WHITEHILL, A. R., PIDACKS, C., TEN HAGEN, M., BOHONAS, N., HUTCHINGS, B. L. & WILLIAMS, J. H. (1953) - Coprogen, a new growth factor present in dung, required by *Pilobolus* species. *Mycologia* 45, 7 - 9
- HILDEBRAND, A. A. & KOCH, L. W. (1943) - *Rhizopus* root rot of sugar beet. *Can. J. Res. Sect. C*, 21, 235 - 248
- HIRTE, W. (1961 a) - Mikrobiologische Untersuchungen zum Problem der Rieselmüdigkeit. *Arch. Gartenbau* 9, 213 - 232
- HIRTE, W. (1961 b) - Vergleichende mikrobiologische Untersuchungen an rieselmüden und gesunden Böden der Berliner Rieselfelder. *Zbl. Bakt.* II, 114, 367 - 387, 490 - 519
- HÖHNEL, F. von (1908) - Fragmente zur Mycologie. V. Sitzber. K. Akad. Wiss. Wien, Math.-natw. Kl. 117, 985 - 1032
- HÖHNEL, F. von (1909) - Fragmente zur Mycologie. VI. Sitzber. K. Akad. Wiss., Wien, Math.-natw. Kl. 118, 275 - 452
- HÖHNEL, F. von (1910) - Fragmente zur Mycologie. X. Sitzber. K. Akad. Wiss. Wien, Math.-natw. Kl. 119, 393 - 473
- HÖHNEL, F. von (1913) - Fragmente zur Mycologie. XV. Sitzber. K. Akad. Wiss. Wien, Math.-natw. Kl. 122, 255 - 309
- HÖRTER, R. & HUNSTEGGER, F. (1962) - Mortierella-Mykose bei Vögeln. *Deutsche Tierärztl. Wschr.* 69, 49 - 51
- HUTCHINSON, C. M. & AYYAR, C. S. R. (1915) - The Indian rice beer ferment. *Mem. Dep. Agric. India Bact.* 1, 137 - 168
- INDOH, H. (1961) - On the genus *Spinellus*, one of fungicolous *Physomyces*, found in Japan. *J. Jap. Bot.* 36, 9 - 11
- INDOH, H. (1962 a) - Studies on Japanese *Mucorales*. I. On the genus *Syncephalis*. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku Sect. B*, 11, 1 - 26
- INDOH, H. (1962 b) - Notes on Japanese *Mucorales* I. *Trans. Myc. Soc. Japan* 3, 1 - 6
- INDOH, H. (1965) - Notes on Japanese *Mucorales* II. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 5, 60 - 64
- INDOH, H. & KUDO, M. (1967) - On *Mortierella vesiculosa* found in Japan. *Trans. Myc. Soc. Japan*, 8, 19 - 22
- ISTVANFFI, G. von (1895) - Über die Rolle der Zellkerne bei der Entwicklung der Pilze. *Ber. D. Bot. Ges.* 13, 452 - 467
- JACKSON, H. S. & DEARDEN, E. R. (1948) - *Martensella corticii* Thaxter and its distribution. *Mycologia* 40, 168 - 176
- JAHN, E. (1913) - *Mortierella tuberosa*, Vorkommen in der Mark. (Mitteilung). *Verh. bot. Ver. Mark Brandenburg* 55, 220
- JANKE, A. & HOLZER, H. (1929) - Über die Schimmelpilzflora des Erdbodens. *Zbl. Bakt.* II, 79, 50 - 74
- JEFFEREYS, E. G., BRIAN, P. W., HEMMING, H. G. & LOWE, D. (1953) - Antibiotic production by the microfungi of acid heath soils. *J. gen. Microbiol.* 9, 314 - 341
- JENSEN, C. N. (1912) - Fungous Flora of the Soil. *Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Coll. agric. Bull.* 315, 415 - 501

- JENSEN, H. L. (1931) - The fungus flora of the soil. *Soil Sci.* 31, 123 - 158
- JOCHEMS, S. C. J. (1927) - The occurrence of *Blakeslea trispora* Thaxter in the Dutch East Indies. *Phytopath.* 17, 181 - 184
- JOFFE, A. Z. (1963) - The Mycoflora of a continuously cropped soil in Israel, with special reference to effects of manuring and fertilizing. *Mycologia* 55, 271 - 282
- JOHANN, F. (1932) - Untersuchungen über Mucorineen des Waldbodens. *Zbl. Bakt.* II, 85, 305 - 338
- JUNG, J. (1960/61) - Die Umfallkrankheit im Forstpflanzengarten. *Jber. Bayer. Forstverein, München*, 1960/61, S. 115 - 121
- KANOUSE, B. B. (1924) - The life-history of a new homothallic *Mucor*. *Pap. Michig. Ac. Sc. Art. Lett.* 3, 123 - 130
- KANOUSE, B. B. (1936) - Studies of 2 species of *Endogone* in culture. *Mycologia* 28, 47 - 62
- KARSTEN (1878) - *Myc. fenn.* 4
- KEHL, H. (1937) - Morphologie und Physiologie der Zygothoren von *Mucor mucedo*. *Arch. Mikrobiol.* 8, 379
- KHALABUDA, T. V. (1958) - The most widespread fungi in the rhizosphere of winter wheat in the south of Ukr. S. S. R.. *J. Microbiol., Kiev* 20, 10 - 17
- KHALABUDA, T. V. & ZHADANOVA, N. N. (1957) On species of the genus *Mortierella* in the soil of pine-oak wood in the vicinity of Kiev. *J. Bot. Acad. Sci. Ukr.* 14, 60 - 69
- KILLIAN, C. (1936) - Etude sur la biologie des sols des hauts plateaux algériens. *Ann. agron., Paris* 6, 595 - 614
- KILLIAN, C. & FEHER, D. (1935) - Recherches sur phénomènes microbiologiques des sols sahariens. *Ann. Inst. Pasteur* 55, 553 - 622
- KISHORE, H. (1940) - A study of the conditions effecting zygosporangium formation in certain members of the *Mucoraceae* and *Choanephoraceae*. *Univ. Allahabad Stud. Bot. Sect.* 5, 23 - 71
- KLEBS, G. (1896) - Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. *Jena*, 543 S.
- KLEBS, G. (1898) - Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. I *Sporodinia grandis* Link. *Jb. wiss. Bot.* 32, 1 - 70
- KLEBS, G. (1899) - Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. II. *Saprolegnia mixta* de Bary. *Jb. wiss. Bot.* 33, 513 - 593
- KLEBS, G. (1900) - Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. III. Allgemeine Betrachtungen. *Jb. wiss. Bot.* 35, 80 - 203
- KÖHLER, B. (1927) - Studies on *Scutellum* rot disease of corn. *Phytopath.* 17, 449 - 471
- KOMINAMI, K. (1915) - *Zygorhynchus japonicus*, une nouvelle Mucorinée hétérogame. *Myk. Zbl.* 5, 1 - 4
- KOMINAMI & TUBAKI - *Mycol. J. Nagao Inst.* 1, (21), 192
- KONGER, G. & BARUAH, H. K. (1958) - On infection of potatoes in storage by certain fungi and bacteria. *Proc. 45th Indian Sci. Congr. Part. III*, 278
- KRAFCZYK, H. (1931) - Die Zygosporangienbildung bei *Pilobolus cristallinus*. *Ber. D. Bot. Ges.* 49, 141 - 146

- OLSON, A. J. (1941) - A root disease of Jeffrey and Ponderosa pine reproduction. *Phytopath.* 31, 1063 - 1077
- ORR, G. F. & PLUNKETT, O. A. (1959) - A new species of *Absidia* from California. *Mycologia* 51, 203 - 209
- OU, S. H. (1940 a) - *Phycomycetes* of China I. *Sinensia* 11, 33 - 57
- OU, S. H. (1940 b) - *Phycomycetes* of China II. *Sinensia* 11, 427 - 449
- OU, S. H. (1941) - Disease of economic plants in China. II. *Sinensia* 12, 23 - 52
- OUDEMANS, C. A. J. (1898) - Contributions à la flore mycologique des Pays-Bas. XVI. *Nederl. Kruidkundig Arch.* 3, 430 - 536
- OUDEMANS, C. A. J. & KONING, C. J. (1902) - Prodrôme d'une flore mycologique de la terre humeuse du Spanderswoud. *Arch. Néerl. Sci. ex. nat.* 7, 266 - 298
- PAGE, R. M. (1952) - The effects of nutrition on growth and sporulation of *Pilobolus*. *Amer. J. Bot.* 39, 731 - 739
- PAGE, R. M. (1956) - Studies in the development of asexual reproductive structures in *Pilobolus*. *Mycologia* 48, 206 - 224
- PAINE, F. S. (1927) - Studies of the fungous flora of virgin soils. *Mycologia* 19, 248 - 266
- PALLA, E. (1900) - Zur Kenntnis der *Pilobolus*-Arten. *Österr. Bot. Z.* 50, 349 - 370; 397 - 401
- PALM, B. T. & JOCHEMS, S. C. J. (1924) - A disease on *Amaranthus* caused by *Choanephora cucurbitarum* (B. & Rav.) Thxt. *Phytopath.* 14, 490 - 494
- PATOUILLARD, N. (1902) - Champignons de la Guadeloupe, recueillis par le R. P. Duss. *Bull. Soc. Mycol. France* 18, 180 - 183
- PATOUILLARD, N. (1903) - Note sur le genre *Paurocotylis* Berk.. *Bull. Soc. Mycol. France* 19, 341
- PEBERDY, J. F. & TURNER, M. (1968) - The Esterases of *Mortierella ramanniana* in Relation to taxonomy. *J. gen. Microbiol.* 51, 303 - 312
- PERLMAN, D. (1949) - Studies on the growth and metabolism of *Polyporus anceps*. *Amer. J. Bot.* 36, 180 - 184
- PERLMAN, D. (1950) - Observations on the production of ethanol by fungi and yeasts. *Amer. J. Bot.* 37, 237 - 241
- PEYRONEL, B. (1913) - I germi atmosferici dei funghi con micelio. *Diss. Padova*, 27 S.
- PEYRONEL, B. (1928) - Una rara Mucoracea parassita e le affinità di alcuni funghi a capello. *Nuova Giorn. Bot. Ital.* 34, 1267 - 1274
- PEYRONEL, B. (1932) - Influenza della temperatura sullo sviluppo della *Dicranophora fulva* Schröter. *Nuova Giorn. Bot. Ital.* 39, 309 - 312; *Ref. Bot. Zbl.* 25, 1934, 144
- PEYRONEL, B. (1937) - Le 'Endogone' quali produttrici di micorrize endotrofiche nelle fanerogame alpestri. *Nuovo G. bot. ital.* 44, 584 - 586
- PEYRONEL, B. & DAL VESCO, G. (1955) - Recherche sulla microflora di un terreno agrario presso Torino. *Allionio* 2, 357 - 417
- PHILLIPPOW, G. S. (1932) - Beiträge zur Mikroflora des Schleimflusses der Bäume. I. *Dissophora nadsonii* n. sp.. *Ref. Zbl. Bakt.* II, 88, 1933, 429
- PHILLIPS, L. L. & CALDWELL, M. L. (1951 a) - A study of the purification and

properties of a glucose-forming amylase from *Rhizopus delemar*, gluc amylase. J. Amer. Chem. Soc. 73, 3559 - 3563

PHILLIPS, L. L. & CALDWELL, M. L. (1951 b) - A study of the action of gluc amylase, a glucose producing amylase, formed by the mould, *Rhizopus delemar*. J. Amer. Chem. Soc. 73, 3563 - 3568

PICCI, G. (1955) - Qualche osservazione sopra due Mucoraceae. Atti Inst. Bot. Univ. Pavia, Ser. V, 13, 38 - 44

PIDACKS, C., WHITEHILL, A. R., PREUSS, L. M., HESSELTINE, C. W., HUTCHINGS, B. L., BOHONAS, N. & WILLIAMS, J. H. (1953) - Coprogen, the isolation of a new growth factor required by *Pilobolus* species. J. Amer. Chem. Soc. 75, 6064 - 6065

PIDOPLICHKO, M. M., MOSKOVETS, V. S. & ZHDANOVA, N. M. (1963) - The effects of some fungi from the rhizosphere of Maize on its shoots. Mykrobiol. Zh. 25, 38 - 43

PIŠPEK, P. A. (1929) - Edafiske mukorineje Jugoslavije. (Les Mucorinées du sol en Yougoslavie.) Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb, 4, 36 S.

PISTOR, R. (1929) - Beiträge zur Kenntnis der biologischen Tätigkeit von Pilzen in Waldböden. Zbl. Bakt. II, 80, 169 - 200; 378 - 410

PLEMPEL, M. (1957) - Die Sexualstoffe der *Mucoraceae*, ihre Abtrennung und die Erklärung ihrer Funktion. Arch. Mikrobiol. 26, 151 - 174

PLEMPEL, M. (1960) - Die Darstellung eines kristallinen Benzoesäure-Esters der Sexualstoffe von *Mucor mucedo*. Naturwiss. 47, 472

PLEMPEL, M. (1963 a) - Die Mucorineen Gamone. Naturwiss. 50, 226

PLEMPEL, M. (1963 b) - Die chemischen Grundlagen der Sexualreaktion bei Zygomyceten. Planta 59, 492 - 508

PLUM, N. (1932) - Verschiedene Hyphomyceten-Arten als Ursache sporadischer Fälle von Abortus beim Rind. Acta path. microbiol. Skandinav. 9, 150 - 157

POFF, K. L. (1965) - The influence of the number of asexual spores in the inoculum on zygosporangium formation by *Syzygites megalocarpus*. West Va. Acad. Sci. Proc. 37, 9 - 12

POITRAS, A. W. (1955) - Observations on asexual and sexual reproductive structures of the *Choanephoraceae*. Mycologia 37, 702 - 713

POUND, R. (1894) - A revision of the *Mucoraceae* with special reference to species reported from North-America. Minnesota Bot. Stud. III, 9,

POUND, R. & CLEMENTS (1896) - New species of fungi. Bot. Surv. Nebraska 4, 5

POVAH, A. H. W. (1915) - *Helicostylum* and *Cunninghamella*: two genera of the *Mucorales* new to the state. Ann. Rep. Mich. Ac. Sci. 17, 152 - 155

POVAH, A. H. W. (1917) - A critical study of certain species of *Mucor*. Bull. Torrey Bot. Cl. 44, 241 - 259; 287 - 313

PRAKASH, R. & SAKSENA, R. K. (1952) - Decomposition of Paddy and Bajra (*Pennisetum typhoides*) straws by fungi commonly found in Allahabad soils. Proc. Indian Acad. Sci. Sec. 36, B, 119 - 128

PRATT, O. A. (1918) - Soil fungi in relation to diseases of the Irish potato in southern Idaho. J. agric. res. 13, 73 - 100

PRICE, B. (1927) - Recherches sur les espèces élémentaires dans le genre *Mucor* (*M. hiemalis*). Bull. Soc. Bot. Genève 19, 174 - 191

- RACIBORSKI, M. (1899) - Studya mykologiczne. Akad. Umiej. Krakow. Wyd. Mat. Przyrod. Rozp. 34, 24 - 47
- RACIBORSKI, M. (1900) - Parasitische Algen und Pilze Javas. I. Batavia
- RACIBORSKI, M. (1909) - Parasitische und epiphytische Pilze Javas. Bull. Acad. Sci. Cracovie, 346 - 394
- RAGAB, M. A. (1956) - A contribution to the fungi of Egypt. Mycologia 48, 167 - 168
- RAGHEB, H. S. & FABIAN, F. W. (1955) - Growth and pectolytic activity of some tomato moulds at different pH levels. Food Res. 20, 614 - 625
- RAI, J. N. & MUKERJI, K. G. (1961) - New records of microfungi from Usar soils of India. Curr. Sci. 30, 345
- RAI, J. N. & TEWARI, J. P. (1962) - *Rhizopus homothallicus*, a notable addition to Indian soil *Mucoraceae*. Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B, 55, 302 - 306
- RAI, J. N., TEWARI, J. P. & MUKERJI, K. G. (1961) - A new *Helicostylum* from Indian soils. Canad. J. Bot. 39, 1281 - 1285
- RAILLO, A. (1929) - Beiträge zur Kenntnis der Bodenpilze. Zbl. Bakt. II, 78, 515 - 524
- RAIZADA, B. B. S. (1957) - Studies on some lower fungi in India. D. Phil. Thesis, Allahabad Univ. Allahabad.
- RALL, G. (1965) - Soil fungi from the alpine zone of the Medicine Bow Mountains, Wyoming. Mycologia 57, 872 - 881
- RALL, G. & SOLHEIM, W. G. (1964) - A variety of *Absidia* isolated from *Comandra pallida*. Mycologia 56, 99 - 102
- RAMAKRISHNAN, K. (1955) - Some aspects of soil fungal ecology. Proc. Indian Acad. Sci. B, 41, 110 - 116
- RAPER, K. B. & FENNELL, D. I. (1952) - Two noteworthy fungi from Liberian soil. Amer. J. Bot. 39, 79 - 86
- RAPER, K. B. & THOM, C. (1949) - A manual of the *Penicillia*. Baltimore
- RATHBUN, A. E. (1918) - The fungous flora of pine seed beds. Phytopath. 8, 469 - 483
- RAYBAUD, L. (1922) - Contribution à l'étude du *Mucor racemosus*. Germination de la spore. C. R. Soc. Biol. Paris 87, 852 - 854
- RAYMOND, F. L., ETCHELLES, J. L., BELL, T. A. & MASLEY, P. M. (1959) - Filamentous fungi from blossoms, ovaries, and fruit of pickling cucumbers. Mycologia 51, 492 - 511
- RAYSS, T. (1945) - Nouvelle contribution à l'étude de la mycoflore de Palestine (3. Partie). Palest. J. Bot. Jerusalem Ser. 3, 151 - 166
- RAYSS, T. (1950) - Nouvelle contribution à l'étude de la microflora de Palestine (5. Partie). Palest. J. Bot. Jerusalem Ser. 5, 17 - 27
- RAYSS, T. & BORUT, S. (1958) - Contribution to the knowledge of soil fungi in Israel. Mycopathologia 10, 142 - 174
- REHM, H. J. & REHM, U. (1953) - Untersuchungen über die Bodenmikroflora von Gatersleben und Umgebung (Mitteldeutsches Lößgebiet). 1. Mitt. Die Kulturpflanze 1, 111 - 121
- REINECKE, J. (1962) - Oven-rot in tobacco becoming a serious problem. Fmg. in S. Afr. 38, 41

- REINHARDT, M. O. (1925) - Mykologische Mitteilungen. I. *Mucor botryoides* Lendner. Ber. D. Bot. Ges. 43, 463 - 468
- REINHARDT, M. O. (1927) - Mykologische Mitteilungen II. *Phycomyces* spec. ? Ber. D. Bot. Ges. 45, 131 - 138
- RENNER, O. & MUSKAT, J. (1958) - Über zwei neue Arten von *Absidia* aus Tunesien, *A. parvicida* und *A. tuneta*. Planta 51, 786 - 802
- REYMOND, D. R. (1955) - Studies in forest pathology. XV. Rootlets, mycorrhiza, and soil temperatures in relation to Birch dieback. Canad. J. Bot. 33, 595 - 627
- RIBALDI, M. (1952) - Sopra un interessante *Zigomicete* terricolo: *Gongronella urceolifera* n. gen. et nov. spec. Riv. Biol. Gen. N. S. 44, 157 - 166
- RIBALDI, M. (1956) - Sulla presenza di particolari fruttificazioni di *Actinomucor corymbosus* (Harz) Naumov in un termitaio a Spello (Perugia). I. Alcune osservazioni sull'aspetto naturale e colturale del fungo. Note sper. Ent. agr. 9, 32 S.
- RIESS, H. (1853) - Beiträge zur Pilzkunde. Bot. Ztg. 129 - 140
- RITTER, G. (1907) - Über Kugelhefen und Riesenzellen bei einigen Mucoraceen. Ber. D. Bot. Ges. 25, 255 - 266
- RIVOLTA, S. (1884) - Pflanzenparasiten.
- ROBBINS, W. J. & SCHMITT, M. B. (1945) - Factor Z_2 and gametic reproction by *Phycomyces*. Am. J. Bot. 32, 320 - 326
- ROSTRUP, O. (1916) - Bidrag til Danmarks Svampeflora. Dansk Bot. Arkiv. 2, 1 - 56
- ROY, R. Y. & DWIVEDI, R. S. (1962) - A comparison of soil fungal flora of three different grasslands. Proc. Nat. Acad. Sci. India 32, 421 - 428
- ROY, T. C. (1948) - Study of the soil fungi of the paddy field of Bengal. Bull. Bot. Soc. Bengal 2, 28 - 35
- RUGMINI, C. R. (1956) - M. Sc. Thesis. Univ. Sagar.
- RUSCHMANN, G. & BARTRAM, H. (1940) - Untersuchungen über den Verderb von Flachsfasern und Leinengarnen durch bakterielle und pilzliche Schädlinge. Zbl. Bakt. II, 102, 300 - 323; 365 - 387
- SABET, Y. S. (1935) - A preliminary study of the Egyptian soil fungi. Bull. Fac. Sci. Egypt. Univ. 5, 1 - 29
- SACCARDO, P. (1881) - *Michelia* II.
- SACCARDO, P. (1883) - Syll. Fung. 2, 815
- SACCARDO, P. (1905) - Syll. 17, 505
- SACCARDO, P. (1913) - Notae mycologicae (Ser. XVI) 2. Fungi Italici, Belgici et Austriaci. Ann. Mycol. 11, 312 - 325
- SAGDULLAEVA, M. (1962) - On the effect of individual factors on the specific range and quantitative relationship of soil fungi. Uzbek. biol. Zh. 6, 35 - 39
- SAHA, J. C. (1945) - Studies in rots of Indian fruits. I. Occurrence of latent of superficial infections. Indian J. Agric. Sci. 15, 332 - 338
- SAITO, K. (1904 a) - Untersuchungen über die atmosphärischen Pilzkeime. J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 13, 1 - 53
- SAITO, K. (1904 b) - Eine neue Art der "Chinesischen Hefe". Zbl. Bakt. II, 13, 153 - 161
- SAITO, K. (1904 c) - Bot. Mag. Tokyo 19, 1

- SAITO, K. (1905 a) - *Rhizopus oligosporus*, ein neuer technischer Pilz Chinas. Zbl. Bakt. II, 14, 623 - 627
- SAITO, K. (1905 b) - J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 19
- SAITO, K. (1907) - Mikrobiologische Studien über die Sojabereitung. Zbl. Bakt. II, 17, 20 - 27; 101 - 109; 152 - 161
- SAITO, K. & NAGANISHI, H. (1914) - Mikrobiologische Studien über die Bereitung des mandschurischen Branntweins. Rep. Centr. S. Mandsh. Railw. Co. 1; Ref. Wochenschr. f. Brauerei 38, 1921, 26 - 28
- SAITO, K. & NAGANISHI, H. (1914) - Zygosporienbildung bei *Mucor javanicus* W.. Z. Gärungsphysiol. 5, 187 - 190
- SAITO, K. & NAGANISHI, H. (1915 a) - Bemerkungen zur Kreuzung zwischen verschiedenen *Mucor*-Arten. Bot. Mag. Tokyo, 29, 149 - 154
- SAITO, K. & NAGANISHI, H. (1915 b) - Eine neue Art von *Cunninghamella*. Bot. Mag. 29, 285 - 286
- SAITO, T. (1952) - The soil fungi of a salt marsh and its neighbourhood. Ecol. Rev. 13, 111 - 119
- SAKSENA, S. B. (1953) - A new genus of the *Mucorales*. Mycologia 45, 426 - 436
- SAKSENA, S. B. (1954) - Ecological, morphological and taxonomical studies on some micro-fungi of some forest soils of Sagar. Ph. D. Thesis, Sagar Univ.
- SAKSENA, S. B. (1955) - Ecological factors governing the distribution of soil micro-fungi in some forest soils of Sagar. J. Ind. Bot. Soc. 34, 262 - 298
- SAKSENA, R. K. & SARBHOY, A. K. (1962) - Fungi in different soils at Allahabad. Proc. Nat. Acad. Sci. India (Ann. Number), S. 20
- SAKSENA, R. K. & SARBHOY, A. K. (1963) - Ecology of the soil fungi of U. P.-1. Fungi in different soils at Allahabad. Proc. Nat. Inst. Sci. Sec. B. 29, 207 - 224
- SAMUTSEVITSCH, M. M. (1927) - On the question of the fungal flora in the soil. Materials Mycol. Phytopath. 6, 204 - 213
- SARBHOY, A. K. (1965) - *Mucor variabilis* n. sp. from India. Trans. Brit. Myc. Soc. 48, 559 - 560
- SARBHOY, A. K. (1968) - Revision of the sphaerosporus group of *Mucor*. Trans. Brit. Myc. Soc. 51, 25 - 32
- SATINA, S. & BLAKESLEE, A. F. (1926 a) - Studies on biochemical differences between (+) and (-) sexes in *Mucors*. Proc. Nat. Acad. Sci. 12, 191 - 196
- SATINA, S. & BLAKESLEE, A. F. (1926 b) - The *Mucor* parasite *Parasitella* in relation to sex. Proc. Nat. Acad. Sci. 12, 202 - 207
- SCHÄFFER, E. (1901) - Beiträge zur Kenntnis der von einigen Schimmelpilzen hervorgebrachten Enzyme. Diss. Erlangen 56 S.
- SCHARFF, J. W. & CATANEI, A. (1944) - Champignons inférieurs isolés de l'humus obtenu à Alger par la "methode d'Indore". Arch. Inst. Pasteur. Algérie 22, 162 - 165
- SCHIPPER, M. A. A. (1967) - *Mucor strictus* HAGEM, A psychrophilic fungus, and *Mucor falcatus* sp. n. Antonie van Leeuwenhoek, J. Microbiol. Serol. 33, 189 - 195
- SCHMIDT, R. (1925) - Untersuchungen über das Mycelwachstum der Phycomyceten. Jb. wiss. Bot. 64, 509 - 589

SCHNEIDER-ORELLI, O. (1912) - Versuche über die Wachstumsbedingungen und Verbreitung des Fäulnispilzes des Lagerobstes. Zbl. Bakt. II, 32, 161 - 169

SCHOPFER, W. H. (1935) - Sur l'identification d'un caroténoïde de champignon. C. R. Soc. Biol. (Paris) 118, 3 - 5

SCHOPFER, W. H. (1939) - Vitamine und Wachstumsfaktoren bei den Mikroorganismen, mit besonderer Berücksichtigung des Vitamins B₁. Erg. Biol. 16, 1 - 172

SCHOSTAKOWITSCH, W. (1896) - *Mucor proliferus* n. sp. Eine neue sibirische Mucorart. Ber. D. Bot. Ges. 14, 260 - 263

SCHOSTAKOWITSCH, W. (1897 a) - *Mucor agglomeratus* n. sp., eine neue sibirische Mucorart. Ber. D. Bot. Ges. 15, 226 - 228

SCHOSTAKOWITSCH, W. (1897 b) - Vertreter der Gattung *Mucor* in Ost-Sibirien. Ber. D. Bot. Ges. 15, 471 - 474

SCHOSTAKOWITSCH, W. (1897 c) - Einige Versuche über die Abhängigkeit des *Mucor stolonifer* von den äußeren Bedingungen. Flora 84, 88

SCHOSTAKOWITSCH, W. (1898 a) - Mykologische Notizen. I. *Mucor wosnessenskii*. II. Über die durch Bakterien hervorgerufenen Veränderungen bei *Mucor proliferus*. Ber. D. Bot. Ges. 16, 91 - 96

SCHOSTAKOWITSCH, W. (1898 b) - *Actinomucor repens* n. g. n. sp. Ber. D. Bot. Ges. 16, 155 - 158

SCHRÖTER, J. (1886) - Jb. Schles. Ges. vaterl. Kult. 64, 184

SCHRÖTER, J. (1886) - Mucorinei. Kryptog. Fl. Schlesien (Cohn) 1, 198 - 217

SCHRÖTER, J. (1887) - *Protomyces*. Kryptog. Fl. Schlesien (Cohn) 3, 260

SCHRÖTER, J. (1897) - *Mucorineae*. Engler-Prantl, Nat. Pflfam. I, 1.

SCHULZ, M., VOSS, E., SELL, H. & MROWETZ, G. (1967) - Problematik und erste Prüfungsergebnisse für das japanische *Mucor pusillus* Lab. Milchwiss. 22, 139 - 144

SEMIENIUK, G. & BALL, W. C. (1937) - Some moulds associated with meat in cold storage lockers in Iowa. Proc. Iowa Acad. Sci. 44, 37 - 43

SEN, H. D. (1943) - Industrial Mycology. Ann. Rev. Biochem. Allied Res. India 14, 85 - 94

SEWELL, W. J. & BROWN, J. C. (1959) - Ecology of *Mucor ramannianus* Möller. Nature (Lond.) 183, 1344 - 45

SHANOR, L., POITRAS, A. W. & BENJAMIN, R. K. (1950) - A new genus of the *Choanephoraceae*. Mycologia 42, 271 - 278

SHETYE, P. Y. (1956) - Soil fungi from a lime bed. Bull. Bot. Soc. Univ. Sagar 8, 7 - 10

SHETYE, P. K. (1957) - Soil fungal flora of two forest communities of Amarkantak, M. P. Bull. Bot. Soc. Univ. Sagar 9, 40 - 47

SIDERIS, C. P. & PAXTON, G. E. (1929) - A new species of *Mortierella*. Mycologia 21, 175 - 177

SIEBENMANN (1889) - Die Schimmelmycosen des menschlichen Ohres.

SIEPMANN, R. (1959) - Ein Beitrag zur sprophytischen Pilzflora des Wattes der Wesermündung. Veröffentl. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 6, 213 - 301

SINHA, S. A. (1940 a) - On the characteristics of *Choanephora cucurbitarum* Thaxter on Chillies (*Capsicum* spp.). Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B, 11, 162 - 166

- SINHA, S. A. (1940 b) - A wet rot of leaves of *Colocasia antiquorum* due to secondary infection by *Choaneophora cucurbitarum* Thaxter and *Choaneophora trispora* Thaxter sp. (*Blakesles trispora* Thaxter). Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B, 11, 167 - 175
- SINHA, S. (1946) - On decay of certain fruits in storage. Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B, 24, 198 - 205
- SJÖWALL, M. (1939) - Über *Mucor rufescens* Fischer. Bot. Not. S. 265 - 268
- SMITH, A. L. (1897) - New or rare British fungi. J. Bot. 36, 618
- SMITH, A. L. (1901) - J. Microsc. Soc. London
- SMITH, G. (1951) - Some new species of moulds and some new British records. Trans. Brit. Mycol. Soc. 34, 17 - 22
- SMITH, G. (1957) - Some new and interesting species of micro-fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. 40, 481 - 488.
- SMITH, G. (1961) - Some new and interesting species of micro-fungi II. Trans. Brit. Mycol. Soc. 44, 42 - 50
- SNELL, W. H. & DICK, E. A. (1957) - A glossary of mycology. Cambridge, Massachusetts, 171 S.
- SPALLA, C. (1963) - Research on sexual reproduction in *Mucorales*. Sexual reproduction in *C. blakesleana* and *C. elegans*. Riv. Patol. Veg. 3, 107 - 128
- SPEGAZZINI, C. (1880) - Fungi Argentini I. Anal. Soc. cientif. Argent. 9, 158 - 192
- SPEGAZZINI, C. (1887) - Las Trufas Argentinas. Ann. Soc. Sci. Argent. 29, 125
- SPEGAZZINI, C. (1891) - *Phycomycetae Argentinae*. Revista Argent. Hist. Nat. 1, 28 - 38
- SPEGAZZINI, C. (1899) - Fungi Argentini novi vel critici. Ann. Mus. Nacion Buenos Aires 6, 300
- STADEL, O. (1911) - Über einen neuen Pilz, *Cunninghamella bertholletiae*. Diss. Kiel, 35 S.
- STARC, A. (1942) - Mikrobiologische Untersuchungen einiger pödsoliger Böden Kroatiens. Arch. Mikrobiol. 12, 329 - 352
- STERN, A. M., ORDAL, Z. J. & HALVARSON, H. O. (1954) - Utilization of fatty acids by and lipolytic activities of *Mucor mucedo*. J. Bact. 68, 24 - 27
- STEVENSON, G. (1964) - The growth of seedlings of some pioneer plants and the microorganism associated with their roots. Trans. Brit. Myc. Soc. 47, 331 - 339
- SU, U. T. (1935) - India: New diseases of crops during the year 1934 - 1935 in Burma. Internat. Bul. Plant. Protect. 9, 273
- SUBRAMANIAN, C. V. (1952) - Fungi isolated and recorded from India soils. J. Madras Univ. 22 B, 206 - 222
- SUMSTINE, D. R. (1910) - The North American *Mucorales*. Mycologia 2, 125 - 154
- SVINHUFVUD, V. E. (1937) - Untersuchungen über die Bodenmikrobiologischen Unterschiede der Cajander'schen Waldtypen. Acta for. fenn. 44, 1 - 67
- SWIFT, M. E. (1929) - Contributions to a mycological flora of local soils. Mycologia 21 204 - 221

- SZILVINYI, A. V. (1941) - Mikrobiologische Bodenuntersuchungen im Lunzer Gebiet. Zbl. Bakt. II, 103, 133 - 189
- TAI, F. L. (1934) - A species of *Choanephora* with dichotomously branches conidiophores. Sinensia 4, 215 - 224
- TAKAHASHI, R. (1919) - On the fungus flora of the soil. Ann. Phytopath. Soc. Japan 1, 17 - 22
- TETERNIKOWA-BABAYAN, D. N. & ABRAMYAN, D. G. (1966) - Results of a study of the action of certain rhizospheric fungi on tomato seedlings. Biol. Zh. Armen. 19, 5 - 13
- THAKUR, A. K. & NORRIS, R. V. (1928) - A biochemical study of some soil fungi with special reference to ammonia production. J. Indian Inst. Sci. 11 (A) 141 - 160
- THAXTER, R. (1891) - On certain new or peculiar North American *Hyphomyces* I. *Oedocephalum*, *Rhopalomyces* and *Sigmoideomyces* n. g. Bot. Gaz. 16, 14 - 26
- THAXTER, R. (1895) - New or peculiar american zygomycetes. I. *Dispira*. Bot. Gaz. 20, 513 - 518
- THAXTER, R. (1897) - New or peculiar Zygomycetes. II. *Syncephalastrum* and *Syncephalis*. Bot. Gaz. 24. 1 - 15
- THAXTER, R. (1903) - A new England *Choanephora*. Rhodora 5, 97 - 102
- THAXTER, R. (1914) - New or peculiar zygomycetes. III. *Blakeslea* n. g., *Dissophora* n. g., *Haplosporangium* n. g. Bot. Gaz. 58, 353 - 366
- THAXTER, R. (1922) - A revision of the *Endogoneae*. Proc. Amer. Acad. Sci. 57, 291 - 350
- THERRY, J. & THIERRY (1882) - Nouvelles espèces de Mucorinées du genre *Mortierella*. Rev. mycol. 160 - 162
- THOMPSON, A. (1936) - The Division of Mycology. Malaya Dept. Agr. Rept. 1935, 64 - 66
- THORNTON, R. H. (1958) - Biological studies of some tussock-grassland soils. I. Introduction, soils and vegetation. II. Fungi. N. Z. J. agric. Res. 1, 913 - 938
- TIEGHEM, P. van (1875) - Nouvelles recherches sur les Mucorinées. Ann. Sci. Nat. 6. sér. 1, 5 - 175
- TIEGHEM, P. van (1876) - Troisième mémoire sur les Mucorinées. Ann. Sci. Nat. 6. sér. 4, 312 - 398
- TIEGHEM, P. van & LE MONNIER, G. (1873) - Recherches sur les Mucorinées. Ann. Sci. Nat. 5. sér. 17, 261 - 399
- TIMOFEEVA, A. G., MADAeva, O. S., GUSAKOVA, E. G., KOVYLKINA, N. F., MEN'SHOVA, N. I. & NOVIKOVA, V. M. (1958) - Hydroxylation of progesterone to 11 alphaoxyprogesterone with the help of *R. stolonifer*. Bull. Acad. Sci. U. R. S. S. 1958, S. 712 - 718
- TODE, (1784) - Schrift. Naturf. Fr. Berlin 5
- TOMINAGA, Y. (1963) - Studies on the life history of Japanese Pine mushroom *Armillaria matsutake* Ito et Imai. Bull. Hiroshima Agr. Coll. 2, 105 - 145
- TORREND, C. (1913) - Fungi selecti exsiccati. Choix de champignon du Portugal, Bresil et des Colonies. Broteria 11, 101
- TORREY, G. S. (1921a) - *Coronella nivea* Crouan. Bull. Soc. Mycol. France 37, 88 - 93

- TORREY, G. S. (1921 b) - Les conidies de *Cunninghamella echinulata* Thaxter. Bull. Soc. Mycol. France 37, 93 - 99
- TRESCHOW, C. (1940) - *Mucor odoratus* n. sp. Bot. Tidskr. 45, 148 - 151
- TRESNER, H. D., BACKUS, M. P. & CORTIS, J. T. (1954) - Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum in Southern Wisconsin. Mycologia 46, 314 - 333
- TULASNE, L. R. & TULASNE, C. (1845) - Fungi nonnulli hypogaei novi vel minus cogniti. Giorn. Bot. Ital. 2, I, 63
- TULASNE, L. R. & TULASNE, C. (1851) - Fungi hypogaei. I. Paris
- TURNER, M. (1956) - *Mortierella globulifera* Rostrup. Trans. Brit. Myc. Soc. 39, 291 - 296
- TURNER, M. (1963) - Studies in the Genus *Mortierella* I. *Mortierella isabellina* and related species. Trans. Brit. Myc. Soc. 46, 262 - 272
- TURNER, M. & PUGH, G. J. F. (1961) - Species of *Mortierella* from a salt marsh. Trans. Brit. Mycol. Soc. 44, 243 - 252
- TURNER, P. D. (1962) - Morphological influence of exudates of mycorrhizal and non-mycorrhizal fungi on excised root of *Pinus sylvestris* L. Nature (Lond.) 194, 551 - 552
- UPPAL, B. N., PATEL, M. K. & KAMAT, M. N. (1935) - The fungi of Bombay, 8, 1 - 56
- USAMI, K. (1914) - Mykologische Notizen über Awamori-Koji-Pilze (*Asperigillus* und *Rhizopus delemar*). Mykol. Zbl. 4, 193 - 196
- VANOVA, Marie, (1968) - Contribution to the Taxonomy of the Genus *Absidia* (*Mucorales*) I. *Absidia macrospora* sp. nov. Ceska Mykologie 22, 296 - 300
- VASUDEVA, R. S. (1963) - Report of the Division of Mycology and Plant Pathology. Sci. Rep. agric. Res. Inst. New Delhi 1961, 87 - 100
- VESTAL, E. F. (1946) - Observations on economic plant disease fungi and weather at Allahabad, India, during the 1945 - 46 crop seasons. Plant Dis. Repr. 30, 284 - 298
- VIEGAS, A. P. & TEIXEIRA, A. R. (1943) - Alguns fungos do Brasil (Phycomycetos). Bragantia 3, 223 - 269
- VIJAYALAKSHMI, U. (1961) - Record of *Helicostylum piriforme* Bainier on sugarcane in India. Curr. Sci. 30, 107 - 108
- VUILLEMIN, P. (1886 a) - Bull. Soc. Sc. Nancy
- VUILLEMIN, P. (1886 b) - Sur un cas particulier de la conjugason des Mucorinées. Bull. Soc. Bot. France 23, 236 - 238
- VUILLEMIN, P. (1887) - *Piptocephalis corymbifer*. Bull. Soc. Mycol. France 3, 111 - 116
- VUILLEMIN, P. (1902 a) Les cephalidées. Bull. seanc. soc. sc. Nancy 3. sér. 3, 21 - 83
- VUILLEMIN, P. (1902 b) Recherches sur les Mucorinées saccharifiants. Rev. Mycol. 24, 1; 45
- VUILLEMIN, P. (1903 a) - Importance taxonomique de l'appareil zygosporé des Mucorinées. Bull. Soc. Mycol. France 19, 106 - 118
- VUILLEMIN, P. (1903 b) - Le genre *Tieghemella* et la série des Absidiées. Bull. Soc. Mycol. France 19, 119 - 127
- VUILLEMIN, P. (1903 c) - Le *Syncephalis adunca* sp. nov. et la série des *Cornutae*. Ann. Mycol. 1, 420 - 427

- VUILLEMIN, P. (1904 a) - Le *Spinellus chalybeus* Vuill. et la série des Spinellées. Ann. Mycol. 2, 61 - 69
- VUILLEMIN, P. (1904 b) - Recherches morphologiques et morphogéniques sur la membrane des zygospores. Ann. Mycol. 2, 483 - 506
- VUILLEMIN, P. (1904 c) - Le *Spinalia radians* g. et sp. nov. et la série des Dispirées. Bull. Soc. Mycol. France, 20, 26 - 33
- VUILLEMIN, P. (1904 d) - Arch. Parasitol. 7
- VUILLEMIN, P. (1907) - Sur le *Dicranophora fulva* Schroeter. Ann. Mycol. 5, 33 - 40
- VUILLEMIN, P. (1908) - Les bases actuelles de la systématique en mycologie. Progr. rei bot. 2, 1 - 170
- VUILLEMIN, P. (1918) - Sur les *Mortierella* des groupes *polycephala* et *nigrescens*. Bull. Soc. Mycol. France, 34, 41 - 46
- VUILLEMIN, P. (1931) - Les champignons parasites et les mycoses de l'homme. Paris, 292 S.
- WAGENER, W. W. & CAVE, M. S. (1946) - Pine killing by the root Fungus, *Fomes annosus*, in California. J. For. 44, 47 - 54
- WAGENKNECHT, A. C., MATTICK, L. R., LEWIN, L. M., HAND, D. B. & STEINKRAUS, K. H. (1961) Changes in soybean lipids during tempeh fermentation. J. Food Sci. 26, 373 - 376
- WAKSMAN, S. A. (1916) Soil fungi and their activities. Soil Sci. 3, 103 - 155
- WAKSMAN, S. A. (1917) - Is there any fungous flora of the soil. Soil. Sci. 3, 565 - 589
- WAKSMAN, S. A. (1943) Process for the production of fumaric acid. U. S. Patent No. 2, 326, 986
- WALKER, L. B. (1923) - Some observations on the development of *Endogone malleola* Hark. Mycologia 15, 235 - 257
- WANG, H. L. & HESSELTINE, C. W. (1965) - Studies on the extracellular proteolytic enzymes of *Rhizopus oligosporus*. Canad. J. Microbiol. 11, 727 - 732
- WARCUP, J. H. (1951) - The ecology of soil fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. 34, 376 - 399
- WARCUP, J. H. (1957) - Studies on the occurrence and activity of fungi in a wheat-field soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. 40, 237 - 259
- WEBER, G. F. & WOLF, F. A. (1927) - Heterothalism in *Blakeslea trispora*. Mycologia 19, 302 - 307
- WEGENER, W. & QUESTEL, R. (1951) - Untersuchungen über die Ursache der Zerstörung von nativen Faserstoffen durch Mikroorganismen. I. Mellind Textilber. 32, 346 - 349
- WEHMER, C. (1897) - Über zwei weitere Zitronensäure bildende Pilze. Chem. Ztg. 21, 1022 - 1223
- WEHMER, C. (1900) - Die "Chinesische Hefe" und der sog. *Amylomyces* (= *Mucor rouxii*). Zbl. Bakt. II, 6, 353 - 365
- WEHMER, C. (1900) - Der javanische Ragi und seine Pilze. Zbl. Bakt. II 6, 610 - 619
- WEHMER, C. (1903) - Der *Mucor* der Hanfrötte, *Mucor hiemalis* nov. spec. Ann. Mycol. 1, 37 - 41

- WEHMER, C. (1904) - Über Kugelhefe und Gärung bei *Mucor javanicus*. Zbl. Bakt. II, 13
277 - 280
- WEHMER, C. (1905) - Versuche über Mucorineengärung. I. Zbl. Bakt. II, 14, 556 - 572
- WEHMER, C. (1907) - Mucoraceengärungen. Lafar, Handb. techn. Mycol. 4, 455 - 528
- WELVAERT, W. & VELDEMAN, R. (1955) - Schimmelflora van Klei-en bosgrond. Meded. Landb. Hogesch. Gent, 20, 193 - 210
- WENT & PRINSEN GEERLIGS (1895) - Beobachtungen über Hefearten und zuckerbildende Pilze der Arrakfabrikation. Verh. Kon. Akad. Wettersc. Amsterdam 4
- WERKENTHIN, F. C. (1916) Fungous flora of Texas soils. Phytopath. 6, 242 - 253
- WETTSTEIN, A. (1955) - Conversion of steroids by microorganisms. Experientia 11, 465 - 479
- WILLIAMS, S. T., GRAY, T. R. G. & HITCHEN, P. (1965) - Heterothallic formation of zygospores in *Mortierella marburgensis*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 48, 129 - 133
- WILSON, J. D. (1948) - Report of the special committee on the co-ordination of field tests with new fungicidal sprays and dusts, with reference to results obtained in 1947. Plant Dis. Rept. Suppl. 174, 41 - 86
- WISNIEWSKI, P. (1898) - *Zygorhynchus moelleri* Vuill. Rozp. Akad. Um. Krakow
- WISNIEWSKI, P. (1908) - Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Fruchtform bei *Zygorhynchus moelleri* Vuill. Bull. Acad. Sci. Cracovie 7, 656 - 682
- WISSELINGH, C. van (1915) - Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden in der Pflanze. Flora 107, 371 - 432
- WOLF, E. (1954) - Beitrag zur Systematik der Gattung *Mortierella* und *Mortierella*-Arten als Mykorrhizapilze bei Ericaceen. Zbl. Bakt. II, 107, 523 - 548
- WOLF, F. A. (1917) - A squash disease caused by *Choanephora cucurbitarum*. J. agr. res. 8, 319 - 327
- WOLF, F. A. (1957) - Is *Mycotypha* a Phycomycete? Mycologia 49, 280 - 282
- ZACH, F. (1933) - Beobachtungen über *Mucor botryoides* Lendner. Zbl. Bakt. II, 89, 196 - 200
- ZACH, F. (1935) - Zur Kenntnis der Formenkreise von *Mucor plumbeus* Bonorden. Österr. Bot. Z. 84, 117 - 122
- ZACH, F. (1936) - Beitrag zum Formenkreis von *Mucor plumbeus* Bonorden. Österr. Bot. Z. 85, 151 - 153
- ZACHARIAH, A. T. (1949) - Micro-ecology of soil cultivated fields of South India with special reference to the occurrence and physiology of *Fusaria*. Ph. D. Thesis Madras Univ., 122 S.
- ZOPF, W. (1888) - Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen. Nova acta 52, 352
- ZOPF, W. (1890) - Die Pilze. Breslau
- ZYCHA, H. (1935) - *Mucorineae*. Kryptogamenfl. Mark Brandenburg, (Leipzig), 6a, 1 - 264

5. Namenverzeichnis

* = Abbildung

- Absidia* 3, 10, 91
abundans (*Mucor*) 27, 34
Acephalis 282
achlamydosporus (*Rhizopus*) 82
aciculifera (*Coemansia*) 308, 310, 311*
Ackermannia 255
Actinocephalum 146
Actinomucor 3, 64
acuminata (*Mortierella*) 165*, 166
acuminosporus (*Dipsacomyces*) 306, 307*
adriaticus (*Mucor*) 11
adunca (*Syncephalis*) 278
adventitius (*Mucor*) 27, 32
aegyptiacum (*Absidia*) 108
africana (*Cunninghamella*) 146
africana (*Mycotypha*) 152
agaricola (*Phycomyces*) 67, 71
agglomeratus (*Mucor*) 122, 127
agraensis (*Mortierella*) 184, 185
alabastrina (*Coemansiella*) 303
alabastrina (*Kickxella*) 303, 304*
alba (*Mortierella*) 157, 158
albo-ater (*Mucor*) 41, 42, 43*
allahabadensis (*Mortierella*) 220, 224
alliacea (*Mortierella*) 187, 196*, 197
albida (*Cunninghamella*) 148
albidum (*Haplotrichum*) 148
albidum (*Oedocephalum*) 148
albidus (*Mucor*) 42, 43
albus (*Mucor*) 30
aligarensis (*Mucor*) 25
alpina (*Mortierella*) 187, 192, 193*, 194
alpinus (*Mucor*) 7
alpinus (*Rhizopus*) 78
altaini (*Mycocladus*) 95
alternans (*Mucor*) 24
ambigua (*Mortierella*) 184*, 231
ambiguus (*Mucor*) 23, 24
americana (*Choanephora*) 142
americana (*Dispira*) 295
amoenum (*Thamnidium*) 130
angarensis (*Circinella*) 57, 59
angarensis (*Mucor*) 59
angulisporus (*Mucor*) 162
angulisporus (*Rhizopus*) 82
angusta (*Mortierella*) 170, 171, 172, 173*
anomala (*Absidia*) 92, 95
anomala (*Pilaira*) 111, 112*
anomalum (*Thamnidium*) 122, 125
anomalus (*Pilobolus*) 111
antarctica (*Mortierella*) 188, 198, 199*
apiculata (*Mortierella*) 239
arbuscula (*Melidium*) 124
arbuscula (*Thamnidium*) 124
arenacea (*Endogone*) 246, 250
argentina (*Endogone*) 247
argentinus (*Pilobolus*) 115
arida (*Dimargaris*) 268*, 288, 290
aromaticus (*Mucor*) 35, 40
arrhiza (*Piptocephalis*) 259, 266*, 269
arrhizus (*Mucor*) 79
arrhizus (*Rhizopus*) 75, 79, 80*, 81*
articulosus (*Phascocolomyces*) 148
artocarpi (*Rhizopus*) 82
arvernensis (*Spinellus*) 84, 86
aspera (*Circinella*) 57
asymmetrica (*Syncephalis*) 272, 280
atrogrisea (*Mortierella*) 160
attenuatus (*Mucor*) 42, 44, 45*
aurantiaca (*Glaziella*) 257
aurantiaca (*Syncephalis*) 272, 280
aurantiacum (*Thamnidium*) 126
aureum (*Spirodactylon*) 302*, 303
australis (*Endogone*) 251
Azygites 72
azygospora (*Mucor*) 5, 8

baccata (*Mortierella*) 200
bacilliformis (*Mucor*) 5
bacillispora (*Dimargaris*) 287, 288, 292*,
 293
bainieri (*Cunninghamella*) 146, 147*
bainieri (*Mucor*) 5, 8
bainieri (*Mortierella*) 220, 225*
bedrchani (*Mucor*) 15
benjaminii (*Chaetocladium*) 260
benjaminii (*Piptocephalis*) 259, 260*
bernardi (*Zygorhynchus*) 54
berolinensis (*Mucor*) 48
bertholletiae (*Cunninghamella*) 148
betavorus (*Rhizopus*) 78

- biramosa (Mortierella) 171, 183*
 bispora (Syncephalopsis) 282
 bisporale (Haplosporangium) 202, 241, 242*
 bisporale (Mortierella) 241
 Blakeslea 56, 139
 blakesleana (Absidia) 98, 102
 bladesleana (Cunninghamella) 148
 blakesleana (Protoabsidia) 102
 blakesleeanus (Phycomyces) 67, 68, 69*
 borealis (Endogone) 246, 251
 borneensis (Endogonella) 257
 borzianus (Pilobolus) 115
 botryoides (Mucor) 65
 bovinus (Rhizopus) 79
 brachyrhiza (Mortierella) 219, 222
 braziliensis (Coemansia) 308, 310
 brefeldii (Chaetocladium) 137
 breviceps (Mucor) 44
 breviramosa (Coemansia) 308, 309
 brijmohanii (Piptocephalis) 265
 brunneogriseus (Mucor) 11
 brunneus (Mucor) 11, 12
 brunneus var. indica (Mucor) 13
 Bulbothamnidium 127
 buntingii (Mucor) 9
 butleri (Absidia) 87
 butleri (Gongronella) 87, 88*
 butleri (Tieghemella) 87

 californica (Absidia) 105, 106
 californicus (Tieghemiomyces) 268*, 296, 297*
 californiensis (Zygorhynchus) 51, 52
 calospora (Endogone) 254
 cambodja (Rhizopus) 81
 canadensis (Endogone) 246, 250
 candelabrum (Mortierella) 171, 181, 182*, 219, 225, 234
 canina (Mortierella) 177, 178
 capillata (Absidia) 108
 capitata (Mortierella) 184, 185, 186*
 ceylonensis (Coemansia) 308, 309
 chaetocladoides (Thamnidium) 127
 Chaetocladium 137
 Chaetostylum 127
 chalybea (Ascophora) 85
 chalybeus (Spinellus) 84, 85
 chinensis (Circinella) 60
 chinensis (Rhizopus) 81
 chitrakootensis (Mortierella) 220, 230

 Chlamydoabsidia 3, 109
 Choanephora 56, 139, 140, 142
 Choanephoraceae 139
 Choanephorella 142
 christianensis (Mucor) 18
 cinereum (Syncephalastrum) 283
 circinans (Blakeslea) 141
 circinans (Chaetostylum) 130
 circinans (Choanephora) 141
 circinans (Mucor) 90
 circinans (Pirella) 90*
 circinans (Rhizopus) 75, 77
 circinata (Dispira) 295
 Circinella 3, 57
 circinelloides (Mucor) 17, 21, 22*
 circinelloides (Zygorhynchus) 54
 clathroides (Sigmoideomyces) 154
 claussenii (Mortierella) 187, 188, 189*
 clavata (Absidia) 109
 coccogena (Ackermannia) 255
 coccogena (Sclerocystis) 255
 coccogena (Sphaerocreas) 255
 Coemansia 299, 308
 Coemansiella 303
 coerulea (Absidia) 105, 108
 coerulea (Tieghemella) 108
 cohnii (Rhizopus) 75, 81
 Cokeromyces 134
 conica (Circinella) 57
 coprophilus (Mucor) 42, 48
 cordata (Syncephalis) 272, 281
 cordense (Helicostylum) 129, 130
 coremioides (Sclerocystis) 255
 cornealis (Absidia) 104
 cornealis (Lichtheimia) 104
 cornealis (Mucor) 9, 104
 cornu (Syncephalis) 268*, 272, 277*, 278
 cornuta (Dispira) 293, 295
 coronata (Rhopalomyces) 145
 Coronella 303
 corticii (Martensella) 308
 corticolus (Mucor) 27, 33
 corymbifer (Mucor) 104
 corymbifer (Piptocephalis) 259, 268
 corymbifera (Absidia) 9, 98, 104
 corymbifera (Lichtheimia) 104
 corymbosus (Actinomucor) 65
 corymbosus (Mucor) 65
 cristalligena (Dimargaris) 287, 288, 289*
 crystallina (Hydrogera) 116

- crystallina* (Mortierella) 177
crystallinus (Pilobolus) 113, 114, 116, 117*,
 118
cristata (Absidia) 102
cruciata (Piptocephalis) 259, 269
ctenidium (Thamnidium) 122, 123*
cucurbitarum (Choanephora) 142, 144*
cucurbitarum (Rhopalomyces) 142
cuneospora (Absidia) 98
Cunninghamella 139, 146
cunninghamelloides (Mucor) 65
Cunninghamia 142
cunninghamiana (Choanephora) 142
curvata (Piptocephalis) 263
curvata (Syncephalis) 278
cyaneum (Helicostylum) 134
cyaneum (Thamnidium) 126
cylindrospora (Absidia) 92, 95
cylindrospora (Piptocephalis) 259, 266*,
 267, 268*
cylindrospora (Tieghemella) 95
cylindrosporus (Mucor) 29

dalmatica (Cunninghamella) 148
dangeardi (Zygorhynchus) 54
debaryana (Piptocephalis) 270
debilis (Mortierella) 200, 220, 229
decipiens (Haplosporangium) 242
decipiens (Mortierella) 242
decumbens (Dissophora) 243*
delemar (Rhizopus) 78
depressa (Syncephalis) 272, 281
dichotoma (Choanephora) 141
dichotoma (Mortierella) 237, 238*
dichotoma (Mycotypha) 153
dichotomica (Piptocephalis) 270
dichotomus (Mucor) 72
Dicranophora 126
diffluens (Mortierella) 241
Dimargaris 285, 287
Dimargaritaceae 285
dimidiata (Pilaira) 111, 112
Dipsacomycetes 299, 306
dispersus (Mucor) 9, 13
Dispira 285, 293
dispiroides (Sigmoideomyces) 154
Dissophora 155, 242
drechsleri (Syncephalis) 282
dubius (Mucor) 20
dussii (Ackermannia) 255

dussii (Sclerocystis) 255, 256*
dussii (Sphaeroceas) 255

echinata (Cunninghamella) 146
echinatum (Chaetostylum) 127
echinatus (Rhizopus) 75, 78
Echinosporangium 155, 244
echinula (Mortierella) 219, 220, 221*
echinulata (Cunninghamella) 146, 147
echinulatum (Oedocephalum) 146
echinulatus (Mucor) 21
elasson (Mortierella) 209, 213, 214*
elegans (Actinomucor) 64, 66*
elegans (Ascophora) 124
elegans (Bulbothamnidium) 127
elegans (Chaetostylum) 130
elegans (Cunninghamella) 146, 148
elegans (Haplotrichum) 145
elegans (Helicostylum) 129, 130
elegans (Mucor) 124
elegans (Muratella) 147
elegans (Rhizopus) 65
elegans (Rhopalomyces) 144*, 145
elegans (Syncephalastrum) 283
elegans (Thamnidium) 122, 124, 125*
elongata (Mortierella) 209, 215, 216*
embreei (Radiomyces) 150
Endogonaceae 245
Endogonales 2
Endogone 168, 245
Endogonella 256
epallocaulus (Utharomyces) 120*
equinus (Rhizopus) 77
erecta (Coemansia) 308, 310
erectus (Mucor) 7, 30
ericetorum (Mortierella) 209, 214*, 215
exigua (Mortierella) 209, 218*
exiguus (Pilobolus) 115
exponens (Zygorhynchus) 51, 53*

falcatus (Mucor) 35, 36
fasciculata (Endogone) 246, 250
fasciculata (Syncephalis) 272, 280
fasciculatum (Haplosporangium) 241
fatshederiae (Mortierella) 201, 205*
fimbriata (Mortierella) 209, 211*
flavispora (Endogone) 252
flavus (Mucor) 35, 38
foenicola (Mucor) 43
formosaensis (Rhizopus) 82

fragilis (Mucor) 6, 24, 26
freseniana (Piptocephalis) 259, 269, 270*
fresenianum (Chaetocladium) 138
fresenii (Chaetocladium) 138
fresenii (Chaetostylum) 127, 128*
fresenii (Helicostylum) 127
fresenii (Thamnidium) 127
fuegiana (Endogone) 246, 249
fuliginosum (Syncephalastrum) 283
fulva (Dicranophora) 126
fulva (Endogone) 246, 251
fulva (Paurocotylis) 251
fumosus (Mucor) 48
furcata (Syncephalis) 271, 275
fusca (Absidia) 92, 97*
fusca (Mortierella) 160
fuscata (Syncephalis) 275
fusiger (Mucor) 85
fusiger (Spinellus) 84, 85, 86*
fusiger (Syncephalis) 272, 279
fusispora (Mortierella) 171, 174*, 175
fusispora (Piptocephalis) 259, 267

gemmifera (Mortierella) 209, 217
genevensis (Mucor) 5, 7
gigantea (Endogone) 254
gigasporus (Spinellus) 84, 86
Gilbertella 3, 56
ginsan (Absidia) 104
glabra (Syncephalis) 278
glauca (Absidia) 105, 106*, 107
glauca (Tieghemella) 107
Glaziella 245, 256
globosus (Mucor) 9, 16
globulifera (Mortierella) 209, 210*
glomerata (Circinella) 132
glomeratum (Helicostylum) 129, 132
glomeratum (Thamnidium) 132
glomerula (Mucor) 65
Gongronella 3, 87
gracile (Haplosporangium) 242
gracilis (Absidia) 104
gracilis (Mortierella) 201, 202, 203*, 220
gracilis (Pilobolus) 118, 119*
grandis (Sporodinia) 72
griseo-brunneus (Mucor) 48
griseo-cinereus (Zygorhynchus) 54
griseo-cyanus (Mucor) 17, 23, 34
griseo-lilacinus (Mucor) 27, 34
griseo-ochraceus (Mucor) 42, 43

griseo-roseus (Mucor) 22*, 24, 25
griseosporus (Mucor) 44
guatemalensis (Coemansia) 308, 310
guilliermondi (Mucor) 28

hagemii (Mucor) 9
Haplosporangium 155, 188, 241
harzii (Mucor) 65
Helicostylum 129
helicostylum (Thamnidium) 130
hennebergii (Zygorhynchus) 52
Herpocladium 155
hesseltinii (Absidia) 109
hesseltinii (Chaetocladium) 137
heterogama (Endogone) 253
heterogamus (Mucor) 52
heterogamus (Zygorhynchus) 51, 53*
heterospora (Absidia) 92, 95
heterospora (Choanephora) 144
heterosporus (Mucor) 9, 13, 14*
heterosporus (Pilobolus) 118
heterosporus-sibiricus (Mucor) 13, 16
hiemalis (Mucor) 27, 28, 30*, 49
Hildebrandiella 72
homothallica (Cunninghamella) 146
homothallicus (Rhizopus) 75, 76
horticola (Mortierella) 165, 166
humicola (Mortierella) 157, 158
humicolus (Mucor) 32
humilis (Mortierella) 165, 168, 169*
humilis (Mucor) 36
humilissima (Mortierella) 160
hyalinus (Mycocladus) 100
hyalospora (Absidia) 98, 101
hyalospora (Tieghemella) 101
hyalosporus (Pilobolus) 118
hygrophila (Mortierella) 220, 226, 227*

inaequisporus (Mucor) 35, 40
incrassata (Endogone) 246, 247*, 248
indica (Mortierella) 171, 177
indica (Piptocephalis) 259, 261, 262*
indicus (Mucor) 21
infundibulifera (Choanephora) 142
infundibulifera (Cunninghamia) 142
ingricus (Mucor) 44
insignis (Mortierella) 158, 188, 200, 201*
intermedia (Syncephalis) 272, 281
intermedium (Helicostylum) 134
interrupta (Coemansia) 308, 309

- irkutensis (Mucor) 47
 isabellina (Mortierella) 156, 157, 159, 161*
 italiana (Absidia) 103
 italiana (Lichtheimia) 103
 italica (Lichtheimia) 103
 italica (Tieghemella) 103
- jansseni (Mucor) 9, 16
 japonica (Absidia) 100
 japonica (Tieghemella) 100
 japonicum (Actinocephalum) 148
 japonicus (Rhizopus) 82
 japonicus (Zygorhynchus) 51, 53*, 55
 jauchae (Mucor) 34
 javanicum (Sphaerocreas) 255
 javanicum (Syncephalastrum) 283
 javanicus (Mucor) 17, 20
 javensis (Rhizopodopsis) 84
 jenkinsi (Mortierella) 220, 223, 224
 jonesii (Chaetocladium) 137, 138*
- kamerunensis (Coemansia) 308, 310
 kanivevii (Mucor) 35
 Kickxella 299, 303
 Kickxellaceae 299
 Kleinii (Pilobolus) 113, 114, 118
 kurssanovii (Mucor) 16
- lacrispora (Gongronella) 87, 89
 lactiflua (Endogone) 246, 253, 254*
 lamprosporus (Mucor) 9, 13, 15, 122
 lanata (Endogone) 253
 lausannensis (Mucor) 24, 25
 laxorhizus (Mucor) 60
 Le Monnier (Mortierella) 177
 lemonnieriana (Piptocephalis) 259, 265
 lepidula (Piptocephalis) 259, 263, 264*
 lichtheimi (Absidia) 104
 lichtheimi (Mucor) 104
 Lichtheimia 91
 lignicola (Endogone) 251
 lignicola (Haplosporangium) 242
 linderi (Circinella) 57, 62, 63*
 Linderina 299, 300
 locusticida (Mortierella) 240
 longicollis (Mortierella) 157, 162, 164*
 longigemmata (Mortierella) 188, 199*
 longipes (Pilobolus) 114, 115
 lucknowense (Helicostylum) 129, 132*
 ludwigii (Endogone) 252
- lusitanicus (Mucor) 18
 luteus (Mucor) 27, 30*, 32
 luteus var. indica (Mucor) 33
- macrocarpa (Endogone) 246, 251
 macrocarpus (Glomus) 251
 macrocarpus (Mucor) 85
 macrocarpus (Spinellus) 85
 macrocarpus (Zygorhynchus) 51, 52
 macrocystis (Mortierella) 208
 macrospora (Absidia) 107
 macrospora (Linderina) 300
 macrospora (Piptocephalis) 265
 macrosporus (Mucor) 16
 mairei (Mortierella) 220, 230
 malleola (Endogone) 246, 247
 malleola (Modicella) 247
 mandshurica (Choanephora) 142
 mandshurica (Cunninghamella) 142
 mandshuricus (Mucor) 19
 marburgensis (Mortierella) 201, 207*
 Martensella 299, 306
 Martensiomycetes 299, 306
 maydis (Rhizopus) 79
 mediterraneus (Mucor) 18
 megalocarpus (Syzygites) 72, 73*
 megasporus (Rhizopus) 82
 meineckella (Cunninghamella) 148
 merdaria (Absidia) 102
 microcarpa (Endogone) 246, 247, 248
 microcarpus (Glomus) 248
 microcephala (Piptocephalis) 259, 262, 266*
 microspora (Cunninghamella) 148
 microspora (Mycotypha) 151, 152*
 microspora (Mortierella) 201, 208
 microsporus (Mucor) 27, 29
 microsporus (Phycomyces) 67
 microsporus (Pilobolus) 116
 microsporus (Rhizopus) 75, 77
 miehei (Mucor) 5, 6, 10
 minima (Syncephalis) 272, 279
 minimus (Rhizopus) 77
 minor (Circinella) 57, 58*, 59
 minutus (Pilobolus) 116
 minutus (Spiromyces) 301*, 303
 minutissima (Mortierella) 201, 203
 moelleri (Endogone) 251
 moelleri (Mucor) 54
 moelleri (Zygorhynchus) 29, 51, 53*, 54

- mojavenensis (Coemansia) 268*, 310
 monospora (Blakeslea) 143
 monospora (Choanephora) 143
 monospora (Mortierella) 187, 189, 190*
 monospora (Piptocephalis) 270
 moreaui (Pilaira) 111, 113
 moreliae (Helicostylum) 57
 morinii (Pilobolus) 115
 Mortierella 155
 Mortierellaceae 155
 mosseae (Endogone) 253
 mousanensis (Mucor) 24, 27
 mucedo (Mucor) 42, 44, 45*
 mucilagineus (Mucor) 41, 42
 Mucor 3, 4
 Mucoraceae 3
 Mucorales 2
 Mucoricola 258
 mucoroides (Circinella) 57, 60
 mucoroides (Thamnidium) 126
 murorum (Mucor) 39
 multiplex (Endogone) 246, 252
 mundensis (Mortierella) 209, 219, 223*
 Muratella 146
 muriperda (Mucor) 9, 18
 muriperda (Tieghemella) 9
 muscae (Circinella) 57, 60, 61*
 muscae (Helicostylum) 60
 mustellinus (Mucor) 30
 mutabilis (Mortierella) 219, 231, 232, 233*
 mycenae (Mucor) 84
 Mycocladus 91
 Mycotypha 139, 151

 nadsonii (Dissophora) 244
 nana (Mortierella) 157, 158*, 201
 nana (Syncephalis) 271, 273
 nanus (Pilobolus) 114, 115
 naumovii (Mucor) 48
 neglectus (Mucor) 52
 niger (Mucor) 82
 niger (Rhizopus) 82
 nigra (Circinella) 60
 nigrescens (Mortierella) 196, 220, 229, 230*
 nigrescens (Pilaira) 111
 nigricans (Helicostylum) 129, 130
 nigricans (Rhizopus) 75, 82, 83*
 nigricans (Syncephalastrum) 283
 nigricans (Syncephalis) 278
 nigricans (Thamnidium) 130

 nitens (Mucor) 69
 nitens (Phycomyces) 67, 69
 nivea (Coronella) 303
 niveo-velutina (Mortierella) 240
 nodosa (Mortierella) 188, 197
 nodosa (Syncephalis) 268*, 272, 279
 nodosus (Rhizopus) 79
 norvegicus (Mucor) 79

 obconica (Syncephalis) 271, 273, 274
 oblongispora (Dimargaris) 288, 291
 oblongisporus (Mucor) 35, 39
 occidentalis (Endogone) 254
 ochraceus (Xenomycetes) 255
 odoratus (Mucor) 29, 40
 oedipus (Pilobolus) 114, 116
 oligospora (Mortierella) 201*, 202
 oligosporus (Rhizopus) 75, 78
 olivacea (Byssus) 69
 orchidis (Absidia) 108
 orchidis (Tieghemella) 108
 ornata (Absidia) 104
 orycae (Rhizopus) 75, 82
 ovalispora (Thamnocephalis) 153

 padeni (Chlamydoabsidia) 109
 pallidus (Mucor) 30
 pampaloniana (Endogone) 252
 Parasitella 3, 49
 parasitica (Absidia) 92
 parasiticus (Mucor) 49
 parasiticus (Rhizomucor) 103
 parasiticus (Tieghemiomyces) 298
 parricida (Absidia) 92
 parvispora (Dispira) 268*, 293, 296
 parvispora (Mortierella) 234, 235*
 parvisporus (Mucor) 5, 6
 parvum (Haplosporangium) 242
 peacockensis (Mucor) 42
 pectinata (Coemansia) 308
 pectinata (Martensella) 308
 pendula (Syncephalis) 271, 272
 penicillata (Syncephalis) 272, 282
 penicillatum (Syncephalidium) 281
 pennispora (Linderina) 300*
 persicaria (Choanephora) 56
 persicaria (Gilbertella) 56
 petrusularis (Mucor) 9, 14*, 15
 petropolitanus (Mucor) 38
 phaeospora (Cunninghamella) 148

- philippowi (Mucor) 5, 7
 phosphoreus (Zygorhynchus) 52
 Phycomyces 3, 67
 phycomyces (Mucor) 69
 phycomyces (Periconia) 69
 Pilaira 4, 111
 Pilobolus 4, 113
 pilulifera (Mortierella) 171, 175
 Piptocephalidaceae 258
 Piptocephalis 258
 Pirella 3, 89
 pirelloides (Helicostylum) 90
 pirelloides (Mucor) 90
 piriforme (Helicostylum) 129, 133*
 piriforme (Thamnidium) 133
 piriformis (Mucor) 35, 36
 pirottianus (Phycomyces) 69
 pisiformis (Endogone) 246, 247, 252
 pišpekii (Mucor) 18
 plasmaticus (Mucor) 42, 47
 plectoconfusa (Mortierella) 165
 plumbus (Mucor) 11
 plumigaleata (Syncephalis) 271, 273
 poitrasii (Cokeromyces) 134, 136
 polycephala (Mortierella) 170, 171, 176*
 177
 polygonosporus (Zygorhynchus) 51
 polymorpha (Cunninghamella) 148
 praini (Mucor) 17, 19
 prayagensis (Mucor) 29
 Proabsidia 91,
 proliferens (Pilobolus) 117
 proliferus (Mucor) 44
 Protoabsidia 91
 Pseudo-Absidia 91
 pseudocylindrospora (Absidia) 92, 96
 psychrophila (Absidia) 92, 96
 pterosporus (Martensiomycetes) 305*, 306
 pubescens (Endogone) 246, 248
 pubescens (Sclerocystis) 248
 pubescens (Sphaerocreas) 248
 pubescens (Stigmatella) 248
 pulchella (Mortierella) 209, 213, 214*
 pulchra (Ascophora) 127
 pulchrum (Bulbothamnidium) 127
 pullus (Pilobolus) 118
 pulvinata (Endogone) 246, 250, 251
 pusilla (Mortierella) 188, 197, 198*
 pusillus (Mucor) 6, 9, 10*, 48
 pusillus (Rhizopus) 79
 pygmaeus (Rhizopus) 79
 pycnosperma (Syncephalis) 272, 279
 quadrupedata (Thamnocephalis) 152*,
 153
 racemosum (Syncephalastrum) 268*, 283
 284*
 racemosus (Mucor) 14*, 17, 18
 radians (Spinalia) 285
 radiata (Acephalis) 282
 radiata (Endogone) 246, 251
 Radiomyces 139, 148
 ramanniana (Mortierella) 21, 157, 160,
 161*
 ramannianus (Mucor) 156, 160
 ramosa (Absidia) 98, 103
 ramosa (Cunninghamella) 146, 148
 ramosa (Lichtheimia) 103
 ramosa (Syncephalis) 281
 ramosissimus (Mucor) 23, 24
 ramosus (Mucor) 103
 ramosus (Pilobolus) 117
 ramosus (Rhizopus) 79, 103
 rapacea (Syncephalis) 271, 275
 raphani (Mortierella) 170, 171, 180
 recurvatus (Cokeromyces) 134, 135*, 136
 recurvus (Mucor) 35, 38, 39
 reflexa (Absidia) 105
 reflexa (Syncephalis) 272, 278
 reflexoides (Rhizopus) 77
 reflexus (Rhizopus) 77
 regnieri (Absidia) 104
 regnieri (Mucor) 104
 regnieri (Lichtheimia) 104
 reniformis (Endogone) 246, 247*
 reniformis (Modicella) 247
 reniformis (Pirella) 91
 renispora (Mortierella) 187, 193*, 194
 repens (Absidia) 98, 100*
 repens (Actinomucor) 65
 repens (Helicostylum) 129, 134
 repens (Mortierella) 209, 214*, 215
 repens (Mucor) 65
 repens (Piptocephalis) 259, 269
 repens (Thamnidium) 134
 repens (Tieghemella) 100
 reticulata (Mortierella) 171, 179*, 202
 reversa (Coemansia) 308, 309
 rhizogena (Mortierella) 237*, 238

- rhizophilus (Mucor) 33
 Rhizopodopsis 84
 Rhizopus 3, 10, 74
 rhombosporus (Mucor) 85
 rhombosporus (Spinellus) 85
 Rhopalomyces 139, 142, 145
 richardii (Piptocephalis) 263
 rigida (Circinella) 57, 62
 rigidus (Mucor) 44
 rishikesha (Mortierella) 171, 172
 robusta (Absidia) 108
 romanus (Mucor) 69
 roridus (Mucor) 116
 roridus (Pilobolus) 116
 rostafinskii (Mortierella) 196, 209, 212*
 roseus (Pilobolus) 118
 rouxianus (Mucor) 17, 21
 rouxii (Amylomyces) 21
 rufescens (Mucor) 35, 39

 saccardiana (Pilaira) 111
 saccardoii (Helicostylum) 134
 saccardoii (Mucor) 108
 saccardoii (Pro-Absidia) 108
 Saksenaia 4, 110
 saprophilus (Mucor) 48
 sartory (Lichtheimia) 108
 saturninus (Mucor) 42, 46, 47*
 saximontensis (Mucor) 48
 scabra (Absidia) 105
 schmidtii (Pilobolus) 116
 schmuckeri (Mortierella) 187, 191*
 sciurinus (Mucor) 23, 25
 Sclerocystis 245, 255
 scorpioidea (Coemansia) 308, 312
 semitectus (Rhopalomyces) 145
 sepedonioides (Mortierella) 158, 165, 167,
 168*
 Sepedonium 168
 septata (Absidia) 107
 sexualis (Rhizopus) 75, 76
 sexualis (Mucor) 76
 Sigmoideomyces 139, 154
 silvaticus (Mucor) 27, 33,
 simplex (Circinella) 57, 62
 simplex (Dimargaris) 288, 291
 simplex (Dispira) 293, 294*, 295
 simplex (Mortierella) 171, 176*
 simplex (Mucor) 62
 simplex (Parasitella) 49*
 simplex (Pilobolus) 117
 simplex (Thamnidium) 122
 simsoni (Choanephora) 142
 sossauensis (Mortierella) 237, 239
 speciosus (Mucor) 77
 speciosus (Rhizopus) 77
 spectabilis (Radiomyces) 149*, 150
 sphaerica (Syncephalis) 271, 276*
 sphaerocephala (Piptocephalis) 270
 sphaerospora (Piptocephalis) 259, 265
 sphaerosporangioides (Absidia) 107
 sphaerosporus (Mucor) 16
 sphaerosporus (Pilobolus) 113, 114, 115
 sphaerosporus (Spinellus) 84
 sphagnophila (Endogone) 252
 Spinalia 285
 Spinellus 3, 71, 84
 spinescens (Mucor) 11
 spinosa (Absidia) 92, 93, 94*
 spinosa (Circinella) 60
 spinosa (Mortierella) 234, 236*
 spinosa (Tieghemella) 93
 spinosus (Mucor) 9, 11, 12*
 spinulosus (Mucor) 60
 spinulosus (Phycomyces) 69
 spiralis (Coemansia) 308, 309
 spiralis (Martensella) 309
 Spirodactylon 299, 303
 Spiromyces 299, 301
 splendens (Phycomyces) 69
 Sporodinia 72
 Sporodiniella 74
 stagnalis (Mucor) 48
 sterilis (Mortierella) 231, 233
 stolonifer (Mucor) 82
 stragulata (Mortierella) 171, 174*,
 175, 212, 213
 stricta (Mortierella) 158
 strictus (Mucor) 35, 37*
 striospora (Mortierella) 219
 stylospora (Mortierella) 165*, 166
 subpocolata (Absidia) 87
 subpocolata (Tieghemella) 87
 subterraneum (Melidium) 124
 subtilissima (Mortierella) 188, 198*
 subtilissimus (Mucor) 27, 28
 suhagiensis (Mucor) 15
 suinus (Rhizopus) 81
 sydowi (Circinella) 60
 Syncephalastraceae 283

- Syncephalastrum* 283
Syncephalis 258, 271
Syzigites 3, 72
- tamari* (*Rhizopus*) 79
tenebrosa (*Endogone*) 252
tenella (*Circinella*) 11
tenellus (*Mucor*) 9, 11
tengi (*Syncephalis*) 271, 275
tenuis (*Mucor*) 18
tenuis (*Spinalia*) 286*, 287
tenuis (*Syncephalis*) 287
tetrathela (*Syncephalis*) 272, 280
Thamniaceae 121
Thamnidium 121
Thamnocephalis 139, 153
thaxteri (*Coemansia*) 308, 312
thaxteri (*Mortierella*) 187, 195*
Tieghemella 91
tieghemi (*Absidia*) 108
tieghemi (*Tieghemella*) 108
tieghemiana (*Piptocephalis*) 259, 265, 266*
Tieghemiomyces 285, 296
tirolensis (*Mortierella*) 187, 192*
tjibodensis (*Endogone*) 249
tonkinensis (*Rhizopus*) 82
torrendii (*Endogone*) 247
tranzschelii (*Syncephalis*) 271, 277
traversiana (*Mortierella*) 209, 220, 234
trispora (*Blakeslea*) 56, 140*, 141
trispora (*Choanephora*) 141
truchisi (*Absidia*) 103
truchisi (*Mucor*) 103
truchisi (*Lichtheimia*) 103
truncata (*Syncephalis*) 271, 275
tuberculosa (*Endogone*) 246, 253
tuberosa (*Mortierella*) 171, 173
tuneta (*Absidia*) 108
turficola (*Mortierella*) 157, 159*
turfosus (*Mucor*) 16
turkestanica (*Tieghemella*) 109
- ubatubensis* (*Syncephalis*) 282
ucrainica (*Lichtheimia*) 104
umbellata (*Circinella*) 57, 58*
umbellata (*Sporodiniella*) 74
umbellatus (*Mucor*) 57
umbellatus (*Rhizopus*) 103
umbonatus (*Pilobolus*) 114, 116
unispora (*Piptocephalis*) 259, 262, 263*
- urceolifera* (*Gongronella*) 87
Utharomyces 4, 120
- vallesiacus* (*Mucor*) 32
vantiegheimi (*Mortierella*) 171, 172, 179*
 180
vantiegheimi (*Thamnidium*) 124
variabilus (*Mucor*) 48
varians (*Mucor*) 18, 27, 28
vasiformis (*Saksenaea*) 110*
ventricosa (*Syncephalis*) 271, 272
venustellum (*Chaetostylum*) 127, 129
verrucosa (*Mortierella*) 201, 205, 206*
verruculosus (*Zygorhynchus*) 54
verticillata (*Absidia*) 98, 99
verticillata (*Cunninghamella*) 146
verticillata (*Dimargaris*) 287, 288, 290
verticillata (*Heimiodora*) 299
verticillata (*Mortierella*) 165, 167*
verticillatum (*Thamnidium*) 122, 124
verticillatus (*Mycocladius*) 99
vesiculifera (*Endogone*) 246, 249*
vesiculosa (*Glaziella*) 256
vesiculosa (*Mortierella*) 185
vesiculosus (*Mucor*) 87
vinacea (*Mortierella*) 157, 163, 164*
violaceus (*Mucor*) 69
virginiana (*Piptocephalis*) 267
viridis (*Zygorhynchus*) 54
vuilleminii (*Zygorhynchus*) 54
- wolfii* (*Mortierella*) 220, 231, 232*
wosnessenskii (*Mucor*) 42, 47
wynnaeae (*Syncephalis*) 272, 278
- Xenomycetes* 255
xenophila (*Piptocephalis*) 259, 261
xerosporica (*Dimargaris*) 287, 288
xylogena (*Endogone*) 252
- zonata* (*Mortierella*) 165, 169, 170*
zychae (*Absidia*) 98, 99
zychae (*Mortierella*) 209, 219, 221, 222
zychae (*Mucor*) 27, 29
Zygorhynchus 3, 50