

真 菌

上 册

藻 狀 菌 子 囊 菌

北京农业出版社印刷厂印

眞 菌

眞 菌 概 論

眞菌歷來与藻并列組成原植体植物 (Thallophyte)。它們的共同点是它們具有不分化为莖、叶、根的原植体 (thallus)。眞菌的生殖器官与藻类有相似处而因缺乏叶綠素在生理上与藻类迥然不同。在缺乏叶綠素的原植体植物中还包含着各种类型的生物，在这些中間那些才算是眞菌？关于眞菌的范围現在還沒有一致的看法。早期的眞菌學家將細菌也列入眞菌范围里面，而由于形态上的差別目前細菌已划出在眞菌以外。至于粘菌与地衣是否归入眞菌大家的看法尚不一致，但多數人已不把粘菌与地衣列入眞菌之內。因此在以下討論中將不涉及細菌、粘菌和地衣。

眞菌从來算作植物，但因眞菌在形态上和生理上的特征近來有人認為应在动植物之外另立一部門來容納眞菌。

眞菌的數目据估計約有100,000 多种，目前已知的約有 40,000 多种 (4,000屬)：藻狀菌 1,300种 (245屬)；子囊菌15,000种 (1,700屬)；担子菌15,000种 (550屬)；半知菌 11,000种 (1,350屬)。

眞菌的营养——眞菌缺乏叶綠素，本身不能制造炭水化合物要靠現成來自植物或动物的有機物質來維持生活，因此是異养的。依照眞菌的生活方式不能機械地將它分为腐生与寄生兩类。例如霜霉菌 (Peronosporaceae)，白粉病菌 (Erysiphaceae)，銹病菌 (Uredinales)，只能生在活的植物上是專性寄生菌而馬勃菌 (Lycoperdaceae) 与鬼筆菌 (Phallales) 等只生在土中腐朽物質上是專性腐生菌。但是在这兩种之間还有各种不同程度的中間类型。例如有些寄生菌* (*Botrytis cinerea* Pers.) 分泌一些物質將寄主細胞致死而利用已死細胞的物質來維持生活。另一些植物病原眞菌發育循环中的一个階段是寄生的，另一个階段是腐生的。絲核菌 (*Rhizoctonia solani* Kühn) 或有些镰刀菌 (*Fusarium*) 在无寄主时能在土中營腐生的生活。但其中还有些如禾谷立枯病菌 (*Ophiobolus graminis* Sacc.) 在无寄主时只能在已死寄主殘余部分上生活。

絕大部分的眞菌是腐生菌，例如許多水生菌全靠沉沒在水中的有機物質或水生生物的殘余來生活。还有朽木上生的子囊菌和担子菌，土內或糞上生長的子囊菌、担子菌、毛黴菌等。

在寄生菌中寄主与寄生菌的关系是多种多樣的：有些菌侵入寄主以后，如果它是單胞的可在寄主細胞內完成它的全部發育；高等眞菌主要是生在寄主細胞之間或生在角質層下并生短枝透入細胞內攝取养分，以上这些是一种內生營養方式。另有些寄生眞菌如白粉病菌在寄主外表發育而發生吸器透入寄主表皮或叶肉層細胞內攝取养分。又如在虫囊菌目 (*Laboulbeniales*) 中养分系透过昆虫未被破坏的体壁而獲得的。这些是外生的營養方式。

各种寄生菌对寄主的損害在程度上是有差異的。就專性寄生來說寄主的死亡就注定了寄生菌的死亡，而銹病菌侵害寄主时却仍能保持寄主的繼續發育，这对銹病菌是有利的。

有些眞菌与高等植物，比起銹病菌，有更密切的关系。許多植物經常全体为眞菌菌絲所

侵染。这些植物在沒有真菌时不能很好地生長。但通常侵染的部位只限于根。菌絲生在寄主細胞間与細胞內或者生在寄主根的外面，这叫做菌根 (mycorrhiza)。生在寄主內的叫內菌根 (endotrophic)，生在根外的叫外菌根 (ectotrophic)。但这两种并不能絕對划分，尚有中間的类型。

許多樹木有外菌根。被侵染根的尖端为一厚層菌絲体所包圍以致阻碍根毛的生長，却形成了一些短珊瑚狀的旁枝。菌絲生在根外圍的細胞間并透入其中一些細胞但在那里这些菌絲不久就被消化了。担子菌和子囊菌 (*Boletus*, *Rhizopogon*, *Tuber*等) 常生在某些樹木的附近，它們的菌絲就形成菌根。

生于石南科和蘭科植物的內生菌根是这样的：根的皮層細胞內含有菌絲体，一般只限于外皮層的几層。內皮層細胞內的菌絲体好像已被寄主所消化。發生这类菌根的真菌通常是絲核菌 (*Rhizoctonia*)。

以上这两类生活方式被認為是共生現象，就是說两个合作分子都互相有利。有許多蘭科植物的种子在沒有菌根真菌时不萌發，或者萌發而形成不正常的苗。关于它們究竟如何互利迄今尚无定論。高等植物可能得到的益处有許多：如真菌可能固定游离氮素，分解复雜的氮素有機物使其能为高等植物所利用，菌絲增加了吸收礦物鹽的面積，可能合成促進生長的物質等。关于真菌方面的利益也沒有明确，可能是由寄主以能利用的碳水化合物和某些促進生長的物質供給真菌。

昆虫与真菌也有种种关系其中关系最密切的当推白蟻与鷄 礎 菌 (*Collybia albuminosa* (Berk.) Petch)。鷄 礎 菌只能从地下白蟻窩生長出來，与白蟻有共同生存的关系。它們互相間的关系究竟怎樣迄今尚无定論。不过关系的密切是公認的以致有人为生自白蟻窩的真菌另立一屬名 *Termitomyces* (圖 1)。

真菌無論是寄生菌或腐生菌都需要現成的有機物質來生活，但是这些物質必須經過分解后才能为真菌所利用。推动这种變化要靠酶。酶在生理活动中是很重要的。关于真菌酶的認識起始于研究發酵的根源。在最初的时候認為發酵是一种機械的分解而不是与生物有关的过程。从那时起关于真菌酶的研究大大的开展了并且將所獲得的知識利用在工業上。由于真菌酶活动的結果使人們能以獲得各种產物像酒精、有機酸、脂肪等。

有些真菌如 *Aspergillus niger* Tieghem, *A. glaucus* Lk, *Rhizopus nigricans* Ehrenberg 能產生許多种的酶：碳水化合物酶，脂肪酶，蛋白酶等，因此，它們的分布甚广。在囊生真菌中有这样一个規律：就是一般在囊上最初生長的为毛黴菌，繼之以子囊菌，再繼之以担子菌。这是由于各类真菌產生酶的不一致，当一类真菌將复雜有機物質破坏后由此產生的物質常適合于另一类真菌之用，第二类真菌的產物又被第三类菌所利用。

有些真菌当与其他真菌或細菌培养在一起时，在它們菌落的四周形成一个干淨的圈。这表明这些菌產生了一种有毒物質抑制了某些菌的生長。例如 *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz 和 *Penicillium notatum* Westling 就是如此。抗生素的發現在人类保健上起了很大的作用也啓發了人們对于微生物研究的重視。

真菌的形态——真菌的营养体是絲狀的，这种絲狀物叫菌絲 (hypha)。菌絲分枝交錯成菌絲体 (mycelium)。菌絲自尖端生長，分枝繁密。生長中的幼菌絲里面充滿着原生質，但在后面失去生長能力的較老部分出現了液胞 (vacuole)。由于液胞的压力与繼續增加的新

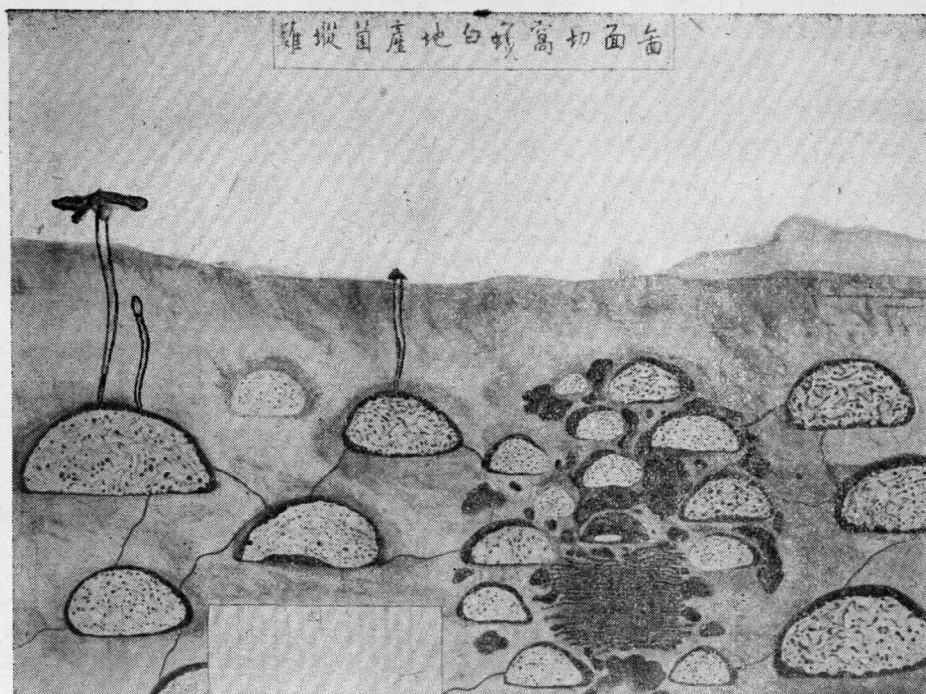


圖1 一雞堆菌產地白蟻窩切面圖、一雞堆菌，*Collybia albuminosa* (Berk.) Petch，產生的地方其下必有白蟻窩。蟻去窩存，雞堆菌不能產生。白蟻在土下二、三尺處筑窩，“皇后”的窩居中。四圍有零星的窩以道溝通。夏季溫濕時窩上生小白球菌，然後生突起狀的幼雞堆菌，最後鑽達地面。白蟻有時遷居。這時窩上不再產雞堆菌而產鹿角菌（*Xylaria*）。

原生質，菌絲內的原生質被推動從老的部分向幼的生長點流動。最後老的部分成為一個死的空胞，由隔膜與生活的部分隔絕。

真菌的菌體為菌絲所組成，分化的程度不高，即使結成各種形態，通常菌絲的本來面目仍然可辨。最簡單的菌體是一個細胞組成的，營養與繁殖的任務均由這個細胞來完成。這種方式叫**整體產果式**（holocarpic）。大多數真菌菌體可分為營養與繁殖兩部分。這種方式叫**分體產果式**（eucarpic）。少數真菌缺乏菌絲或菌絲不甚發達，其餘均有菌絲。酵母菌類的芽胞繼續發生連成一串，成菌絲狀。這種菌絲體名**假菌絲體**（pseudo-mycelium）。

真菌的菌體除了少數低等的種類在早期沒有胞壁外，都有胞壁。胞壁主要是由各種碳水化合物組成的，在許多藻狀菌中纖維質是其中的主要成分（Saprolegniales, Lagenidiales, Leptomitales），但在其他真菌中如子囊菌，担子菌及高等藻狀菌或者完全沒有纖維質而為其他碳水化合物所代替或者雜有大量的几丁質（chitin）。這種几丁質（ acetylglucosamine ($\text{C}_{22}\text{H}_{54}\text{N}_4\text{O}_{21}$) $\cdot\text{X}$) 類似而並不等於動物的几丁質，所以人們稱他為**真菌几丁質**。胞壁成分是否具有絕對的性質：含有几丁質則不含有纖維質呢？據報告，在一些真菌的細胞壁內兩種都存在。因此，拿它來作研究系統發育的綫索，是有問題的。但有些人認為目前關於胞壁成分的知識都是用化學檢驗方法得來的不大可靠，必須用物理方法來檢查。

菌絲有隔膜或沒有隔膜。藻狀菌的幼菌絲是沒有隔膜的，但在老死后原生質已沒有了的

Ant 1500/07

部分或在生殖器官的基部也生隔膜。这种隔膜是全閉的——换言之，中間是沒有孔的。子囊菌与担子菌的菌絲很早就生隔膜。这些隔膜当中留有一小孔，細胞間的原生質可以由此貫通。倘若菌絲中有一个細胞死去了，鄰近的兩個細胞还是活的，那末这个死細胞每边隔膜中的小孔馬上封閉起來，因此阻止了鄰近生活細胞內原生質的外流，也可阻止死細胞的分解產物的流入（圖2）。

寄生的种类常从菌絲上發生旁枝透入寄主細胞內，吸收养料，这种旁枝名吸器（haustorium）。吸器具各种形狀隨屬別种別而不同。或發生像根鬚狀的菌絲名假根（rhizoid）。肉食类的真菌常由菌絲分枝組成网状組織或圈套來捕捉綫虫，然后从网上或圈套上生出菌絲透入綫虫体内吸收养料，或在菌絲的短枝頂端形成一粘性的球狀物來捕捉綫虫，粘住綫虫后由球狀物發生菌絲透入寄主。透入的菌絲在寄主內膨大，由此形成吸器（圖3，圖4）。

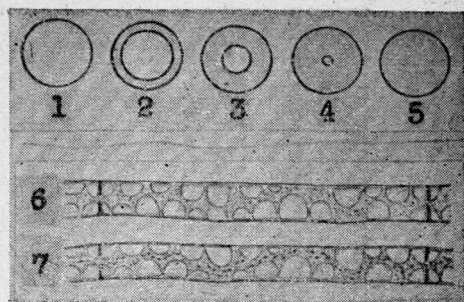


圖2—1.无隔膜的菌絲壁，2—5，隔膜的形；子囊菌和担子菌的隔膜形成到4为止，当中留有一孔。5.在藻狀菌隔膜完全封閉。6—7、*Pyronema omphalodes* (Bull.) Fckl. 6.細胞內充滿液胞，其中的原生質停止流动或流动得很慢；7.原生質流动得快，以致液胞的形狀也有變動。注意隔膜中央的小孔(Buller)。

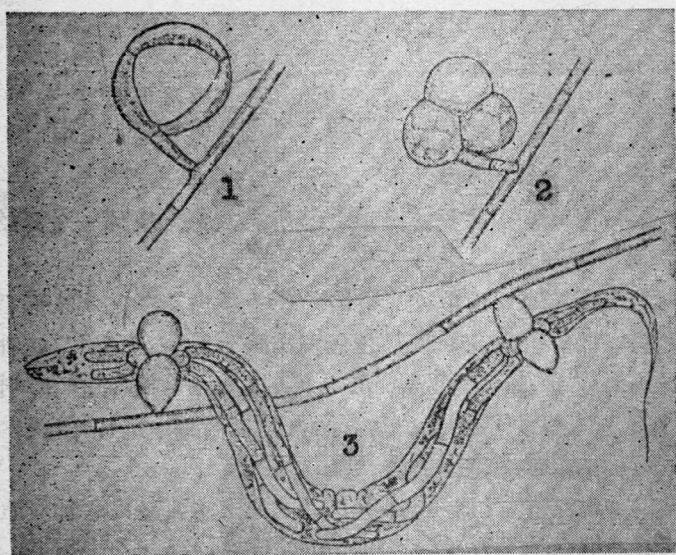


圖3—*Dactylella bembicodes* Drechs. 1.未膨大的捕捉虫的环。2.膨大的环。3.綫虫为两个膨大的环所捉著 (Duddington)。

是由无色菌絲交錯組成。菌核萌發所生的子实体或菌絲均起源于中層。子囊菌及高等担子菌常形成菌核。有些真菌（如果樹的褐腐病菌）的菌絲分化力不强，蔓延于寄主組織中將寄主的器官僵化成为一菌核。倘菌絲結成菌核模樣而不分層称为小菌核（bubils）。菌絲交錯成疏松棉絮狀称菌絲層（subiculum）。

在恶劣环境下菌絲細胞內的原生質有时收縮，變圓形，外面生一厚壁。此休眠細胞名厚壁孢子这种孢子是无性的，但还有有性的厚壁孢子。菌絲有时結在一起成菌核（sclerotium），或子座（stroma）。子座是依附各种基物所組成的一种垫狀、壳狀或其他形狀的菌絲組織，內或外生有无性或有性的子实体，而菌核却是一休眠体，具各种形狀，小的像老鼠糞，大的像人头樣大，經過一相当長的休眠时期后萌發，形成子实体或發生菌絲。菌核的内部結構分为兩層：（1）外層（cortex）为緊密交錯具有色澤而又有厚壁的菌絲所組成，有一層或數層細胞厚；（2）中層（medulla）

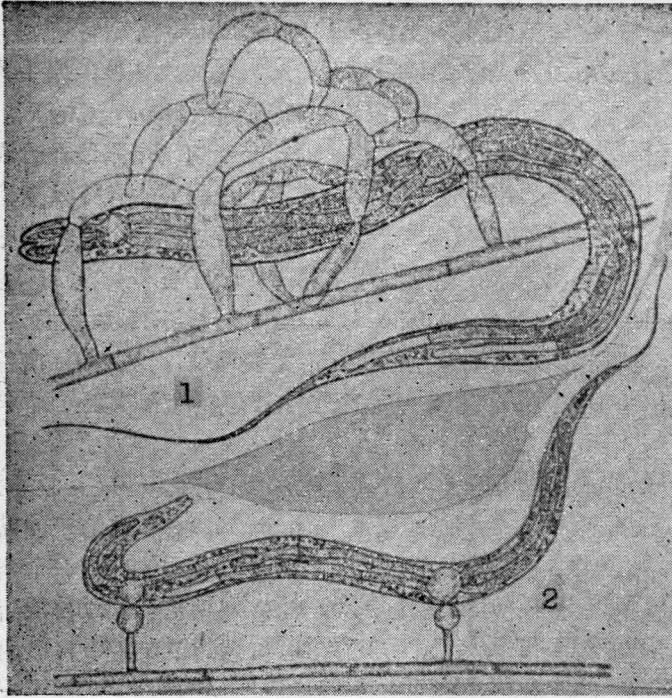


圖4 -1. *Arthrobotrys oligospora* Fres. 的粘性捕捉
綫虫网, 2. *Dactylella ellipsospora* Grove 的
粘性球狀物 (Duddington) .

在傘菌中 (*Omphalia flavida*) 还發生一种类似菌核为傳播用的特別結構名 **傳播体** (gemmifers)。此种傳播体扁圓形, 从菌絲上生出, 有柄, 成熟时与柄脫离为風所傳播。

傘菌的菌絲常平行排列成束, 生在樹皮下或生在地下, 根狀, 白色或有各种色澤, 向四处蔓延称为 **菌索** (rhizomorph)。

真菌靠孢子來繁殖。孢子的形态有相对穩定性, 所以它們被利用在分类中。孢子中有的是由两个細胞內的两个或多數的細胞核和其周圍的原生質結合而形成的, 有的是由一个單細胞分裂而形成的。前一类是有性孢子, 后一类是无性孢子。

一种真菌可以發生几个类型的无性孢子。无性孢子通常發生得很多, 它們对于傳播具有很大的作用。

有时候这种孢子包含在粘液里面, 可以引誘昆虫來作傳播的媒介, 或由水來傳播。大多數的无性孢子是干的全由風來傳播。

有一种无性孢子形成于一个頂生、膨大的細胞里面。这个頂生細胞由于一个隔膜与下部菌絲分开, 內部多核的原生質分裂为多數小塊, 每塊發生一膜。这些小塊就是孢子。因为它們形成在細胞內, 原來那个細胞叫做**孢子囊**, 里面所形成的孢子叫做**孢囊孢子**。有鞭毛的孢囊孢子叫做**游動孢子**, 鞭毛生在孢子的前面, 側面或后面, 一根或兩根。具有游动孢子的真菌只限于生在水中或潮湿处所的藻狀菌, 在**毛霉菌** (Mucorales) 里面孢囊孢子沒有鞭毛, 不能游动。

大多數的无性孢子不形成在孢子囊里面, 而生在菌絲的頂端或側边, 是由頂部細胞或側部細胞与菌絲分隔或縮縮而成的。有的无性孢子是由原有的菌絲細胞分裂成多數細胞而形成的。这些孢子都通称为**分生孢子**。孢子有柄的, 这个柄称为**分生孢子梗**。孢子囊的柄名**孢囊梗**。有些真菌的分生孢子, 是从一个瓶狀細胞 (phialid) 內繼續生出來的 (*Penicillium*, *Thielaviopsis*)。有些分生孢子并无孢子梗或僅有短的孢子梗。

通常分生孢子一成熟就与孢子梗脫离, 但是另有一种分生孢子它們成熟时并不与孢子梗脫离 (*Mycogone*, *Nigrospora*) 称为**粉孢子** (aleuriospores)

在高等真菌中孢子梗常聚生, 成各种形体的**子实体** (fruit body)。孢子梗成束狀的名**孢梗束** (coremium)。有些菌的孢子梗平行排列生于菌絲層上, 这个菌絲層名**孢子盘** (acer-

vulus) 或生于子座上, 这个子座名**分生子座**(sporodochium)。分生孢子形成于一具有孔口、圓形器官內的名**器孢子**(pycnidiospore)。此器官名**分生孢子器**(pycnidium)。

真菌的有性生殖过程要經歷兩個階段。第一个階段是兩個異性的、單核或多核的原生質体的結合称为**質配**(plasmogamy)。第二个階段是兩性核的結合, 称为**核配**(karyogamy)。低等真菌在質配后的原生質体中兩性的胞核就結合了, 但在其他真菌中這兩個階段在時間与空間上是分開的, 核配被延迟了。因此, 在質配与核配之間在双相階段內有一**双核階段**(dicaryophase): 每个細胞內有兩個沒有結合的核(dicaryon)。到了最后在一个特殊細胞內這兩個核才結合。这是其他生物所沒有的現象。在藻狀菌中双相階段限于合子, 在子囊菌中只有產囊絲(ascogenous hyphae)是双相体(也是双核体), 幼子囊經過核配和減數分裂后轉入單相階段。在担子菌發育循环中双相階段(即双核階段)占主要地位, 从次生菌絲体(secondary mycelium)起到子实体止均包括在內。最后在担子中經過核配和減數分裂双相階段才結束。

最簡單的有性生殖是由兩個同大的性細胞結合起來, 称为**同配生殖**(isogamy)。这两个性細胞称为**配子**(gametes)。这些配子有的兩個都是能動的(planogametes)或是不能動的(aplanogametes), 或其中的一个是能動的。結合体叫做**合子**(zygote)。它能成一个新的單細胞个体或發生菌絲。有些种类的配子不是一樣大的, 一大一小, 其中兩種配子都能活动, 称为**異配生殖**(anisogamy)。有的兩種配子的大小和形态都有較大的差別其中只小的能活动或不能活动, 像這樣大小不同配子的配合称为**卵配生殖**(oogamy)。配子形成于一細胞內, 这个細胞叫做**配子囊**(gametangium)。有些真菌的配子囊內不形成具体的配子而由兩個配子囊直接結合來形成有性孢子。

許多真菌沒有性生殖器官而由營養細胞代替性器官的作用。**單性生殖**(parthenogenesis)在真菌內也普遍地存在; 从低等到高等的真菌中都有这种生殖方式。

有性孢子除以上所說的外, 还有子囊孢子形成于子囊里面, 担子孢子形成于担子上面。这两种孢子均是經過兩性的細胞核結合后再行減數分裂而形成的。

真菌分为三大綱: (1) 藻狀菌綱(Phycomycetes), (2) 子囊菌綱(Ascomycetes) (3) 担子菌綱(Basidiomycetes)。(4) 半知菌类(Fungi Imperfecti)

文 獻

鄧叔群: A contribution to our knowledge of the higher fungi of China.

Nat. Inst. of Zoology and Botany, Academia Sinica, 1-614, 1939.

周家熾: A study of Collybia albuminosa (Berk.) Petch, the termite growing fungus in its connection with Aegerita duthiei Berk. *Science Record* 1:243-298, 1942.

——: 鷄埕与白蟻, 科學27:25-51, 1945.

Курсанов, Л. И. Н. А. Наумов, Н. А. Красильников, М. Ф. Горленко:

Определитель высших растений грибы. Том 3, 1954; Том 4, 1956.

Ainsworth, G. C. and G. R. Bisby: A dictionary of the fungi, 4th ed., 1950.

Alexopoulos, C. A.: Introductory mycology, 1-482, 1952.

- Bary, A. de: Comparative morphology and biology of the fungi, mycetoza and bacteria. 1-525, 1887.
- Bessey, E. A.: Morphology and taxonomy of fungi. 1-791, 1950.
- Bisby, G. R. and G. C. Ainsworth: The number of fungi. *Trans. Brit. Myc. Soc.* **26**:16-19, 1943.
- Buller, A. H. R.: Researches on fungi. 7 vols., 1909-1950.
- Clements, F. E. and C. L. Shear: The genera of fungi. 1-496, 1931.
- Dous und Ziegenspeck: Das "Chitin" der Pilze. *Z. Pilzkunde, N. F.* **5**:292-296, 1926.
- Engler, A. und K. Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Teil I, Abt. 1:1-124, 1897; Teil I, Abt. 1**:1-263, 1900. Auf. 2, vol. **6**:1-260, 1928; vol. **7a**:1-122, 1933; vol. **5b**:1-42, 1938.
- Fitzpatrick, H. M.: The lower fungi. *Phycomycetes*. 1-331, 1930.
- Foster, J. W.: Chemical activities of fungi. 1-648, 1949.
- Gäumann, E. A.: The fungi. 1-420, 1952.
- _____ and C. W. Dodge: Comparative morphology of fungi. 1-701, 1928.
- Harder, R.: Über das Vorkommen von Chitin und Zellulose und sein Bedeutung für die phylogenetische und systematische Beuteilung der pilze. *Nachr. Ges. wiss. Göttingen, Math. physik. Klasse, Fachgruppe VI, N. F.*, **3**:1-7, 1937.
- Heim, R.: Culture artificielle des mycotetes d'un Agaric termitophile african. *C. R. As. Sc.*, **210**:410, 1940.
- _____ : Les Termitomyces dans leurs rapports avec les Termites pretendus champignonnistes. *C. R. Ac. Sc.* **213**:146-148, 1941.
- _____ : Nouvelles réussites culturelles sur les Termitomyces. *C. R. As. Sc.* **226**:1488-1491, 1948.
- Kelly, A. P.: Mycotrophy in plants. 1-223, 1947.
- Langeron, M.: Précis de Mycologie. 1-703, 1952.
- Martin, G. W.: Outline of the fungi. 1-82, 1950.
- _____ : Are fungi plants? *Mycologia* **47**:779-792, 1955.
- Melin, E.: Physiology of mycorrhizal relations in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **3**:325-346, 1953.
- Moreau, F.: Les champignons, Tome I et II, 1-2120, 1952-53.
- Rayner, M. G.: Mycorrhiza, an account of non-pathogenic infection by fungi in vascular plant and bryophytes. 1-246, 1927.
- Smith, G. M.: Cryptogamic botany. vol. 1, 2nd ed. 1955.
- Stevens, F. L.: The fungi which cause plant disease. 1-754, 1913.
- Wolf, F. A. and F. T. Wolf: The fungi. vol. 1:1-438; vol. 2:1-538, 1947.

真菌的起源和演化

关于真菌的起源有各种的说法：一种说法认为真菌来自各类的藻。这些藻由于失去了色素从自养变为异养，生理上发生变化，同时在形态上也相应地发生了变动。主张这种说法的人们设想藻状菌来自绿藻，子囊菌来自红藻，担子菌则是由子囊菌演化而来。还有人认为藻状菌来自单胞的黄藻（Xanthophyceae），由此发生三种类型：保留两个鞭毛；失去前鞭毛，留有后鞭毛；失去后鞭毛留有前鞭毛。另一个主张卵菌（Saprolegniales, Leptomitales, Peronosporales）是从藻来的，其余的真菌是自鞭毛生物来的：因为无隔藻科（Voucheriaceae）的有鞭毛的游动孢子与水黴（*Saprolegnia*）的第一活动阶段相似而有鞭毛的雄配子则与水黴的第二活动阶段相似；由雄器和藏卵器所进行的有性生殖也与水黴一样；许多种的无隔藻（*Vaucheria*）由水生转移到陆生同样表示着藻与卵菌的亲缘关系。但大多数人认为藻与真菌可能是分别来自有叶绿素的和无叶绿素的原始生物（Protista），成为两个系统，平行地发展。那个原始生物似为鞭毛生物（Flagellata）。具有一个后鞭毛，一个前鞭毛的和双鞭毛的藻状菌似发源于具有同样鞭毛的鞭毛生物。无鞭毛的藻状菌系自双鞭毛藻状菌具有孢囊孢子静体的种类中演化而来的。这些人并认为有色素和无色素的生物在新陈代谢上是很不同的，如须在藻类中的好几处，像有些人所主张的：真菌来自各类的藻，由一代谢类型过渡到另一类型，可能性似乎不大。

由于化石资料对真菌系统发育的研究没有什么帮助，人们只能在现存的真菌中去找线索。大家一致将水生藻状菌放在真菌系统的最下面认为它们是原始的。前面已经讲过大多数的人认为这些真菌系起源于各种类型的无色鞭毛生物，而子囊菌则似从有静配子的藻状菌演化来的。最原始子囊菌的子囊当是由二细胞结合而成的，而高级的子囊菌才有产囊丝。至于担子菌的担子可能是由子囊演变而来。许多人认为总的来看真菌的演化在形态上是由简单趋向复杂而在性的方面却是逐渐地退化。但有人认为真菌在有性生殖方面有各种各样的方式，这正显示它有极大的可塑性来适应各种的境遇而不是退化现象。至于怎样一些条件以及如何引起了在有性生殖方面的这些变化却尚一无所知。

文 献

- Курсанов, Л. И.: Микология. 1—480, 1940.
- Ячевский, А. А.: Zur phylogenie der Pilze. *Phytopath. Z.* 1:117-150, 1929-30.
- Atkinson, G. F.: Some problems in the evolution of the lower fungi. *Ann. Mys.* 7:441-472, 1909.
- : Phylogeny and relationships in the Ascomycetes. *Ann. Missouri Bot. Garden* 2:315-376, 1915.
- Bessey, E. A.: Some problems in fungus phylogeny. *Mycologia* 34:355-379, 1942.
- Cavers, F.: The interrelationships of the Protista and the primitive fungi. *New Phytologist* 14:91-104, 275-280, 302, 302-304, 1915.

- Dangeard, P. A.: Recherches sur les organismes inferieurs. *Ann. Sci. Net. Bot. Ser.* 7:241-333, 1886.
- Dodge, B. O.: The morphological relationships of the Florideae and the Ascomycetes. *Bull. Torrey Bot. Club* 41:157-202, 1914.
- Gäumann, E. A. A.: The fungi. 1-420, 1952.
- Jackson, H. S.: Life cycles and phylogeny in the higher fungi, *Trans. Roy. Soc. Can. Ser.* 3, V, 38:1-32, 1944.
- Moreau, F.: Les champignons. Vol. 2:2014-2046, 1953.
- Scherffel, A.: Endophytische Phycomyceten-Parasiten der Bacillariaceen und einige neue Monaden. Ein Beitrag zur Phylogenie der Oomyceten (Schröter). *Archiv. Protistenk.* 52:1-141, 1925.

真菌的命名

每一民族对于植物都有他們自己一套的俗名。这些俗名有时指定一种植物而有时一个俗名含混得很，包含了許多的种。俗名的好处在于它是本鄉本土的名称，一說即知，做科學普及工作时它是有用的。但是对于一种植物就是在一國或一省之內，各地都有它自己的俗名，因此难于通用。俗名的缺点在于它缺乏統一性和明确性。不过人們对一群大体相同的植物个体給它們一个名称，这样做已与分类联系在一起，因为这表示人們对于这些个体間的相互关系已有所認識。自从二名制 (binomial system) 創建以來情形却大不同。这个名字为兩個字所組成，它不但表示这一群相同的个体属于那一种 (species) 并且同时表示它們还属于另一大类——屬 (genus)。从此命名与分类就分不开了。关于真菌地位的决定，無論是种或其他大类 (屬、科、目) 是属于分类的范围；命名只解决名字的合法成立和采用而不問其他。命名的目标在求得固定，而分类却随着知識的不断擴展而發展。

學名——學名为兩個字所組成，第一字是名詞，表示这种真菌归于那一屬，第二字大都是形容詞，用來区别同一屬中这种真菌与其他的真菌，較老的學名都是拉丁化的希臘文，目前的是拉丁文。第一字的头一个字母必須大寫，第二字小寫。

學名的好处在于它的明确性和統一性。全世界科學工作者無論他属于那一國家或那一民族都用这統一的名稱便于交流經驗。为了避免混乱有國際命名法來管制命名。

二名制的簡史——林奈 (Linnaeus) 在1753年 (*Species Plantarum*) 創建了現在所通行的二名制命名法。在这以前虽也有人用二名法但是那时还没有近代关于屬与种的觀念。因为要統一名称和确定命名的合法性林奈在1751年 (*Philosophia botanica*) 曾建議了一些对于創立屬名的条例。从这时起一直到目前，在召开的一系列國際植物學會議上对命名的問題都會進行討論。

1866年在倫敦召开的一个國際植物學會議上，德康得尔 (A. P. De Candolle) 被推舉來起草命名法。这个草案1868年在巴黎召开的國際會議上經過討論，通过了業已經過考驗認為滿意的一些原則和条例。这些条例歷來虽有更动但是原來所定的原則迄今基本上还保持着未动。

1905年在維也納召开的第二次國際植物學會議上有几項重要的决定：(1) 用林奈的“

Species Plantarum” (1753) 作为維管束植物的命名起点；(2) 承認林奈的 *Genera Plantarum* 第五版 (1754) 中的屬名；(3) 擬定一保留名單 (*nomina conservanda*)：有些名字虽然照命名条例來講是不合法的，但因習慣等关系应把它們保留着；(4) 一个新學名如果沒附有拉丁文說明是不合法的。最后这一条例本來議決自1908年1月1日起实行，但是由于美國植物學家的反对未能实行。經過多次協商最后决定于1935年1月1日起实行；(5) 确定了較老和合法的名字有被采用的优先權。

1910年在比利时首都召开了第三次會議。在这次會議上大家認為林奈对于低等植物很少注意，对于这些植物还須用別人的著作來做起点。議決关于粘菌 (*Myxomycetes*) 地衣 (*Lichens*) 用林奈的 *Species Plantarum* (1753)；锈菌，黑粉菌，腹菌 (*Uredinales*, *Ustilaginales*, *Gasteromycetes*) 用柏松 (Persoon) 的 *Synopsis Methodica Fungorum* (1801)；別的真菌用佛里斯 (Fries) 的 *Systema Mycologicum* (1821—1832: vol. I, *Agaricales*, *Geoglossaceae*; 1821; vol. II sect. I (pp. 1—274), *Discomycetes*; *Tremellales*, 一些 *Fungi Imperfecti*, 1822; vol. II sect. 2, *Pyrenomycetes*, 1823; Vol. III sect. 1 一些 *Fungi Imperfecti* 和 *Ascomycetes*, 1829; vol. III, sect. 2, *Fungi Imperfecti*, 1832)。这次會議还通过了关于有多型 (*pleomorphic*) 生活史的真菌命名法：在多型生活史的各階段中每一种真菌只能有一个屬和种名，这个名字应給与它的有性階段，依照命名起点 (Fries 的 *Systema* 或 Persoon 的 *Synopsis*) 最早的一个。在这个条例中曾說明甚么才是子囊菌和担子菌中的有性階段而未提及藻狀菌。因此，在藻狀菌的命名中曾引起不少困难，并且对于无性階段的字是不是还可以通用也无明文規定。最近这些問題已得到解决：在 Fries 的 *Systema* 以后給与藻狀菌的屬名和种名，無論是有性階段或无性階段，最早的名字是这些菌合法的屬名和种名；子囊菌和担子菌无性階段的字还可以通用。

1926年在美国伊色加 (Ithaca) 召开的會議上，模式方法 (*Type method*) 曾被考慮，而于1930年正式加入条例中。何謂模式方法？这就是說每一个种的成立必須根据于一模式标本，每一屬須根据于一个模式种等。它的目的是在把分类單位的名字联系于一个被保存的标本 (模式标本)，因此那个名字就有一个可靠的基礎不是只靠文字或圖來說明。这个名字以后就永远与这个模式标本結合在一起，無論这个名字以后被接受与否或將改为異名。模式标本不应被認為是这一分类單位的最标准的代表，而只是在成立新分类單位时所根据的标本。为了避誤解起見，曾有人建議將模式标本 (*type specimen*) 改称为原标本 (*original specimen*)。

命名法包括原則、条例及建議三部分。茲將較重要的一些原則列下：(1) 一种植物只能有一个合法的學名；(2) 这个名字应为二名所組成，第一个是屬名，第二个是种名；(3) 如果一种植物有两个以上的名字，最早合乎条例的种名 (*epithet*) 是合法的，加在应归入的屬名低下；(4) 屬名第一字应大寫，种名一律小寫；(5) 一个植物完全的名字应包括發表这个名字的工作者的姓，姓应寫在种名的后面；(6) 两个不同的种不能有一樣的名字；(7) 为使一个名字合法起見，發表新分类單位时应刊行一合式的說明：自1935年1月1日起，这个說明除細菌外应用拉丁文寫成；(8) 一个名字因为是同名 (*homonym*) 須被廢棄时，不能再作为其他分类單位的名稱；(9) 植物分类中各單位名字的采用应以模式标本作根据；(10) 当兩群植物的構成分子不同，应当分开，那么分开以后其中含有模式标本的一部分应保留原名。

文 獻

Bisby, G. R.: An introduction to the taxonomy and nomenclature of fungi.
2nd ed., 1953.

Fries, E.: Systema Mycologicum 3 vols. 1-1866, 1821-1832.

Persoon, C. H.: Synopsis Methodica Fungorum. 1-706, 1801.

International Code of Botanical Nomenclature adopted by the Seventh International Botanical Congress, Stockholm, July, 1950. Utrecht, 1952.

藻 狀 菌

藻狀菌約有245屬，1300多種。大多數生在水中或潮濕場所，少數生于陸地上。有些是專性寄生或腐生的，也有兼性寄生或腐生的。專性寄生菌寄生于藻、羊齒植物、種子植物和其他真菌。這些菌有寄生專化性。水生腐生菌生于水中植物的腐朽殘余部分，或魚及昆蟲的遺體上。陸生腐生菌生在土內的動植物遺體，或其他有機物質上。有些種被認為是水生的，但也能在土內找到。

菌體——藻狀菌的菌體有的僅為一圓形細胞，有的絲狀，分枝繁密。分體產果式的低等藻狀菌的營養部分為不分枝或分枝纖細的菌絲體所組成，例如在歧壺菌科 (Cladochytriaceae) 中菌絲纖細，中間夾有膨大的貯藏細胞。此種菌絲內無細胞核名為根狀菌絲體 (rhizomycelium)。其餘大多數的藻狀菌的營養體為較粗大的、無分隔的菌絲體所組成，菌絲里面含有許多胞核。在少數屬內隔膜正規地發生在幼菌體上 (*Basidiobolus*, *Allomyces*)。但一般的藻狀菌只在形成繁殖器官時或在老菌絲中才生隔膜。

寄生種類的菌體生在寄主細胞里面、寄主表面，或生于寄主細胞間，后者攝取養料有賴于吸器。低等的種類中有些只在寄主細胞內生假根作吸收養料和維系在寄主表面的菌體之用。

菌絲的細胞壁在有些低等藻狀菌中主要為纖維質，在高等種類中則為類似基丁的物質所構成。

孢子囊——藻狀菌的無性孢子為孢囊孢子 (sporangiospore) 含于孢子囊內。孢囊孢子或具鞭毛能游動或無鞭毛不能行動。能游動的名游動孢子 (zoospores)。不能動的名靜孢子 (aplanospores)。孢囊孢子在一孢子囊內的數目並不一定，少者僅有兩枚甚至只含有一枚。含此種少數孢子的囊名小孢子囊 (sporangiola)。高等藻狀菌的孢子囊萌發時其原生質不分裂成孢囊孢子而直接生芽管并在孢囊成熟時像分生孢子一樣從孢囊梗脫落。因此這種孢子囊通稱“分生孢子” (conidium)。

游動孢子或自孢子囊乳頭突起部或自一特生的管外出，此管名出管 (exit tube)，或自一有蓋或無蓋的孔口外出，或自孢子囊壁破裂處外出，游動于水中。生于陸地的種類，孢子

囊自孢囊梗脫落后，由風散布各处。

孢子囊的形狀通常被用为区别各屬的性狀之一。孢子囊或与菌絲无从区别 (*Leptolegnia*)，或作广棍棒形 (*Saprolegnia*, *Achlya*, *Dictyuchus*)，或作圓形 (*Olpidium*, *Mucor*, *Thamnidium*)，或作洋梨形 (*Pythium*, *Phytophthora*)，或作圓柱形 (*Piptocephalaceae*)。

孢子囊通常单独地生于孢囊梗的頂端，但在少数藻狀菌中 (*Albugo*) 孢子囊联結一串成串珠式，或聚在孢囊梗膨大处成头狀 (*Blakeslea*, *Piptocephalaceae*)。

水生藻狀菌的孢子囊通常繼續發生，不只發生一次。有些屬 (*Saprolegnia*, *Leptolegnia* 等) 的新孢子囊从老空孢子囊的基部再生新孢子囊于旧空孢子囊內。若新孢子囊在旧孢子囊內繼續發生几次时新旧孢子囊壁便一層一層地套在一起。倘若發生新孢子囊的菌絲伸長到老孢子囊壁以外，那末，这个新孢子囊就形成在老孢子囊的頂部以外了。这种發生新孢子囊的方式名孢囊層出 (proliferation of sporangia)。另些屬 (*Achlya*, *Aphanomyces*, *Pythiopsis*, *Thraustotheca*) 的新孢子囊是从老孢子囊下生出來的。还有些屬孢子囊的發生可以同时有上列两种方式 (*Isoachlya*, *Protoachlya*)。

游动孢子賴鞭毛游动。鞭毛可以分为三类：(1) 單鞭毛生于孢子之后，(2) 單鞭毛生于孢子之前，(3) 二鞭毛生在孢子之前或側面。第一种的鞭毛有一長而堅实的基部与一短而纖細的尖端，此种名为尾鞭 (whiplash) 式的鞭毛，第二种鞭毛具有中軸，四周生有短毛此种名茸鞭 (tinsel)，第三种向前的鞭毛上生短毛，如第二种，向后的鞭毛有纖細的尖端如第一种 (圖5)。

有性孢子——藻狀菌的有性生殖有各种的方式。有些藻狀菌的有性孢子 (合子) 是由两个配子結合而成。配子的形狀相同或不相同。两种配子均有鞭毛 (*Olpidium*, *Allomyces*, *Synchytrium*)，或仅雄配子有鞭毛，雌配子沒有鞭毛只被动地配合 (*Monoblepharis*)。兩性配子囊的形狀也是一樣，有的是相同的 (isogametangia) 有的是不相同的 (heterogametangia)。

在高等藻狀菌中配子囊或完全不分化成配子或部分地分化成配子。配子囊完全不分化的在配合时兩配偶囊就直接結合。部分分化的兩配子囊有大小的区别，小形的名雄器 (antheridium)，配合于大形的配子囊名藏卵器 (oogonium)。雄器的内容物經由授

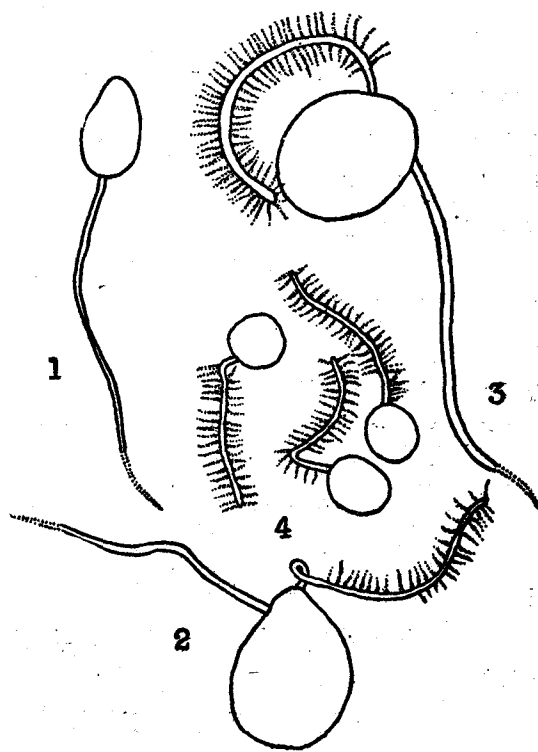


圖5—藻狀菌的鞭毛，1. *Monoblepharis rignensis* Lagerheim. 2. *Saprolegnia ferax* (Gruith) Thuret. 3. *S. ferax* (第二活动階段). 4. *Rhizidiomyces apophysatus* Zopf的前鞭毛 (Couch)。

精管(fertilization tube)轉移于藏卵器內。有些低等藻狀菌的藏卵器在配合以前原生質收縮成一個或多數圓形的配子名**卵球**(oosphere)。較為高等的藻狀菌的藏卵器通常分化為兩層，中部密集的原生質名**卵質**(ooplasm)，外層名**卵周質**(periplasm)。卵質所成的集團就是卵球。配合後卵球生一外壁成**卵孢子**(oospore)。藏卵器可含一個至好幾個卵球，因菌的種類而不同。

卵孢子為異形配子囊配合而成。至於由同形，或大小稍有不同的配子囊直接接合而又不形成卵球所得的有性孢子，通稱為**接合孢子**(zygospore)。在這裡，兩配子囊直接接合後，兩個性細胞的胞壁結合在一起，包圍着由兩種原生質所成的公共細胞。藻狀菌通常被分為**卵菌亞綱**(Oomycetes)與**接合菌亞綱**(Zygomycetes)。但在低等藻狀菌中形成有性孢子的方式有介乎此二者之間的類型。確定將此等菌歸于那一類是有困難的，尤其藻狀菌中各系統的演化好像有從同配生殖，異配生殖到卵配生殖的趨勢。分為二大亞綱不但會將這個趨勢模糊起來，而且很可能歪曲了客觀實際。

真菌中有一種現象：即有些真菌的有性孢子須由兩種本質上不同菌體的結合始能形成。此種現象最早在藻狀菌中發現名為**異宗結合**(heterothallism)。但另有許多，同一菌體能自成有性孢子，此種現象名**同宗結合**(homothallism)。藻狀菌的配子囊有時失去作用而由單性生殖方式形成有性孢子，此種孢子名**單性或擬接合孢子**(azygospore)或**單性卵孢子**(obooospore)。

分類——現在尚無一共同承認的藻狀菌分類法。由於最近對於游動孢子鞭毛研究的結果，大家認為鞭毛的形態和位置可作為低等藻狀菌親緣關係的標志。大致可分為三種：(1)具一前鞭毛；(2)具一後鞭毛；(3)具二毛。高等藻狀菌的孢子沒有鞭毛的又成一類。因此藻狀菌可為四大類。

第一類(具一前鞭毛)。卡林(Karling)倡立一新目(Anisochytridiales)來容納具有一前鞭毛的低等藻狀菌，內有三種七屬。此目有些人稱為Hyphochytridiales，但因前人對於此目的模式科，Hyphochytridiaceae，含義的了解因人而異，故卡林另倡一新名。為了習慣的緣故茲將Hyphochytridiales一名保留下來。

第二類(具一後鞭毛)。有Chytridiales, Blastocladiiales 及 Monoblepharidiales三目。

第三類(具二鞭毛)。有Saprolegniales, Leptomitales, Lagenidiales 與 Peronosporales四目。

第四類(無鞭毛)。一有Mucorales, Entomophthorales二目。

依照鞭毛的位置和形態把以前的分類系統從新調整後，可以將較為相近的種類聚在一起。因此，這樣地來處理似較為合理。

藻狀菌各目的檢索表

- | | |
|--|---|
| 1. 無性階段的孢子為游動孢子..... | 2 |
| 無性階段的孢子為不動的孢囊孢子或與分生孢子相似的孢子囊..... | 9 |
| 2. 游動孢子具一鞭毛..... | 3 |
| 游動孢子具二鞭毛..... | 6 |
| 3. 鞭毛在孢子前.....前毛菌目 (Hyphochytriales = Anisochytridiales) | |

- 鞭毛在孢子后..... 4
4. 菌体整体產果式或分体產果式，如系第二式，子实体由假根系統維系于基物上，游动孢子通常含有一个顯明的油点。..... 壺菌目 (Chytridiales)
菌体常發展为頗为發达像菌絲的营养部分，上有生殖器官，游动孢子內无顯明的油点..... 5
5. 有厚壁的孢子囊并常有薄壁的孢子囊；菌体大都由于顯著的基部細胞上所發生的纖細假根、附着于基物上；有性生殖由同形配子或異形配子結合成合子；游动孢子內有核帽(nuclear cap)..... 芽枝菌目 (Blastocladales)。
只有薄壁孢子囊；菌体为纖細、分枝繁密的菌絲所組成，无明确的基部細胞；有性生殖由一游动精子与一靜的卵球結合而成；游动孢子的頂部內有許多小顆粒..... 單毛菌目 (Monoblepharidales) 6
6. 游动孢子在孢子囊內形成，常为兩游式 (diplanetic) 7
游动孢子在孢子囊內形成或部分地或全部地在孢子囊外的一个临时泡囊 (vesicle)內形成，很少为兩游式的 8
7. 菌体整体產果式或分体產果式，如系第二式，菌絲不成段縊縮并不从一个明顯的基部細胞生出；藏卵器含有一个至十几个卵球..... 水黴目 (Saprolegniales) ✓
菌体分体產果式，菌絲成段縊縮自一明顯的基部細胞出生；藏卵器典型地只含一个卵球..... 節生菌目 (Leptomitales)
8. 通常水生，菌体整体產果式，不分枝或簡單地分枝，大都寄生于藻和水生藻狀菌 鏈壺菌目 (Lagenidiales)
通常陸生，菌体分体產果式，寄生于高等植物或生在土內；游动孢子囊有时不形成游动孢子，脫落，萌發生芽管与分生孢子一樣.....
..... 霜霉目 (Peronosporales) ✓
9. 通常腐生，很少寄生于真菌；无性孢子主要为孢子囊中的靜孢子或与分生孢子相似的整个孢子囊 毛黴目 (Mucorales) ✓✓
通常寄生于昆虫或其他小动物很少寄生于植物(藻、蕨的原叶体、真菌)或腐生在斷腸和田雞糞上；孢子頂生或側生在孢子梗上，
..... 虫菌目 (Entomophthorales) ✓✓

此外还有些类似藻狀菌的真菌是否应放在藻狀菌內目前尙无定論。这些真菌將另行叙述。

文 獻

沈善炯，相望年：Studies in the aquatic phycomycetes of China. *Sci. Rept. Nat. Tsing Hua Univ. Ser. B*, 3:179—206, 1948.

歐世瑛：Phycomycetes of China I. *Sinensia* 11:33—57, 1940; II *Ibid* V: 427—449, 1941.

Ячевский, А.А. и П.А. Ячевский, Определитель грибов, том. I. Фикомицеты стр. 293. Гос. Издат. С-хоз и Кольхозно. Кооп. Литературы, 1951.

- Couch, J. N.: The structure and action of the cilia in some aquatic Phycmycetes. *Am. Jour. Bot.* **28**:704-713, 1941.
- Fitzpatrick, H. M.: The lower fungi. Phycmycetes, 1-331, 1930.
- Gäumann, E. A.: The fungi. 1-420, 1952.
- and C. W. Dodge: Comparative morphology of fungi. 1-701, 1928.
- Ito, S. 日本菌類志, 第一卷, 1-340 1936.
- Karling, J. S.: Studies in the Chytridiales VII. The organization of the chytrid thallus. *Am. Jour. Bot.* **19**:41-74, 1932.
- : The life history of *Anisopodium ectopcarpii* gen. nov. et sp. nov., and a synopsis and classification of other fungi with anteriorly uniflagellate zoospores. *Am. Jour. Bot.* **30**:637-648, 1943.
- Manton, I., B. Clarke, A. D. Greenwood and E. A. Flint: Further observations on the structure of plant cilia, by a combination of visual and electron microscopy. *Jour. Exp. Bot.* **3**:204-215, 1952.
- Martin, G. W.: Outline of the fungi. 1-28, 1950.
- Moreau, F.: Les champignons. Vol. 2, 1953.
- Sparrow, F. K.: Aquatic Phycmycetes exclusive of the Saprolegniaceae and *Pythium*. 1-785, 1943.

壺 菌 目 (Chytridiales)

此目的菌約有83屬, 300多種, 几全為水生菌。有些生在土內。其中包括寄生與腐生種類。大多數都是寄生菌, 寄生於藻、水生藻狀菌, 有少數侵害種子植物。游動孢子有一後鞭毛。菌體極簡單, 菌絲體全缺或不發達, 不生假根或生假根。倘有菌絲體時, 菌絲纖細, 在寄主內發展成根狀菌絲體而不是真正的菌絲體。

有些菌的菌體, 在初期無胞壁, 後期始有胞壁, 並全部成為一孢子囊, 或成一孢子囊群。其他的菌自始即有胞壁並分化成營養及生殖兩部分, 營養部分為根狀菌絲體所組成。多數分體產果式的壺菌所形成的孢子囊只是一次由游動孢子直接膨大, 或間接在芽管膨大部分形成孢子囊而來的, 因此繁殖的中心只有一個。這個繁殖方式名單元式 (monocentric)。另一些分體產果式的壺菌在它們的根狀菌絲體上發生膨大的細胞, 這些細胞直接地或間接地形成孢子囊或從此再發生根狀菌絲體及膨大細胞, 另成一些繁殖中心。這種繁殖方式名多元式 (polycentric)。

此目的許多菌形成兩種孢子囊: 一種薄壁的和另一種厚壁的。在溫帶地區夏季一般發生薄壁孢子囊, 所以通稱這種孢子囊為夏季孢子囊 (Synchytrium)。到生長季節快完或環境惡劣時發生的孢子囊是有厚壁的稱為休眠孢子囊 (resting sporangium) 或休眠孢子 (resting spore)。此種休眠孢子囊有渡過惡劣環境的能力, 大都是經過配合而成的。由於許多菌的生活史不夠明了, 尚不能肯定休眠孢子囊都是有性孢子。

孢子囊萌發時囊上生乳頭狀突起或出管, 通過它們或通過一個有蓋的孔 (operculum),

孢子由此外出。但有些种类的孢子囊萌發时孢子囊發生一薄的、圓形囊名**泡囊** (vesicle)，突出于孢子囊外。孢子囊內的原生質即轉移至此薄壁囊內形成游动孢子。此薄壁囊以后破裂放出游动孢子。既然此薄壁囊 (即泡囊) 等于孢子囊，因此原來的孢子囊名为**先孢子囊** (prosporangium)。

休眠孢子的萌發方式大都与薄壁孢子囊相同，不过有时休眠孢子的原生質从休眠孢子轉移到泡囊內形成一孢子囊群或孢子囊，很少由休眠孢子本身成为一游动孢子囊 (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival, *S. taraxaci* de By. et Worn.)。休眠孢子有厚壁。外部有时光滑，但大多都粗糙：网状，有刺或有瘤。

游动孢子游泳一时后即停止活动收縮鞭毛。此目大多數菌的游动孢子在停止活动后，外部即發生一薄壁。但集壺菌科 (*Synchytriaceae*) 的游动孢子停止活动后不形成胞壁即整个透入寄主細胞內。其余各菌的游动孢子停止活动后外部發生一薄壁，萌發时原生質自孢子轉移于一短芽管，此芽管的作用等于侵染管 (infection tube)，透入寄主細胞內。

在寄生种类中菌体發育于寄主細胞內的名為**內生式** (endobiotic) 的寄生菌，像油壺菌 (*Olpidium*) 停止活动的游动孢子停留在寄主的外壁时，發生胞壁，生一透入管透入寄生。游动孢子內的原生質經透入管轉入寄主細胞內后，發生胞壁并膨大起來，以后成为孢子囊。成熟时由一出管將游动孢子放出于寄主外。內生式的菌还有另外一种方式，例如**內生壺菌** (*Entophlyctis*) 的透入管在寄主內伸長，并在管的末端形成一假根系統。紧接寄主壁內的營養体部分膨大起來。游动孢子的內容物由透入管轉移于这个膨大部分。寄主外的空泡囊像在油壺菌一樣失掉作用，最后归于分解，而寄主內的膨大部分則成为孢子囊，成熟时由出管將游动孢子放出于寄主外。內生壺菌的發育方式与油壺菌不同的地方主要是由于它是属于分体產果式的一类，在寄主內發育的菌体分为營養与生殖兩部分，而油壺菌只有一个不分營養与生殖的單獨菌体。有些壺菌的孢子囊生在寄主外表而只營養部分透入寄主体內，这一类名**外生式** (epibiotic) 的寄生菌。例如壺菌 (*Chytrium*) 發育的初期与內生壺菌相似，原游动孢子的內容物最先由透入管轉移到假根內使其能在寄主內發展，在寄主內業已立足以后假根仍繼續生長，但到一定时期后假根在寄主內所吸收的物質倒過來由透入管轉移于寄主外表的原游动孢子內。原游动孢子于是膨大起來成为孢子囊。在泡壺菌 (*Phlyctochytrium*) 和有囊下泡 (apophysis) 的壺菌 (*Chytrium*) 中还有一种处于內生壺菌与壺菌間的中間类型：透入方式，形成假根，紧接寄主壁內的營養部分膨大起來等等都与內生壺菌基本上相同，不过存留在外的原游动孢子还起作用：接受由營養部分自寄主內轉移來的物質而形成孢子囊。寄主內的膨大部分在此并不發展成孢子囊而只成为營養体的一部分，名**囊下泡**。根壺菌 (*Rhizidium*) 另有一种方式：菌体与寄主的关系并不十分密切只是根狀菌絲体的尖端与寄主有联系，此种方式名**間生式** (interbiotic) (圖 6)。

此目的有性孢子有些是由同形配子結合而成的 (*Olpidium*, *Synchytrium*)。此种配子与孢囊孢子无从区别，都是在孢子囊內形成的。这些配子可能是由于环境的變動引起了生理上變化的游动孢子。在油壺菌 (*Olpidium*) 与集壺菌 (*Synchytrium*) 中兩種配子都是能游动的，而 *Rhizophidium ovatum* Couch 的同形配子，只其中一个能游动：靜配子中的原生質轉移于游动孢子內以成合子。詳細的过程是这样的：一个配子与寄主接触后，停止活动，透入寄主形成假根；然后第二个游动的配子來到与第一个配子配合，兩個配子都膨大起來，原生質