

真 菌

形态特征和演化

E. A. 高又曼著

科学出版社

真 菌

形态特征和演化

E. A. 高又曼 (原著)

F. L. 华恩特 (英译)

姜广正 刘锡璉 夏何生 译

魏景超 校

科 学 出 版 社

1960

E. A. GÄUMANN
THE FUNGI
A DESCRIPTION OF THEIR MORPHOLOGICAL
FEATURES AND EVOLUTIONARY DEVELOPMENT

Hafner Publishing Company

New York—London

1952

內 容 簡 介

作者根据分类系統敘述了真菌的形态特征和生活循环，特別着重有性生殖的方式和过程中細胞核情况的变化；并以此为根据討論真菌的演化发展。

作者将真菌分为4綱加以闡述：古生菌綱，藻菌綱，子囊菌綱和担子菌綱；而以极其簡短的敘述介紹半知菌作为附录。对于各个类羣內容的討論，也以能說明演化路綫的为重点，所以能够綱举目张而不陷于繁瑣。书中有經過精选的插图440幅，对于讀者理解內容很有帮助。

本书可供生物学系、植物保护学系的师生和微生物学及农林工作者参考之用。

真 菌
形态特征和演化

[瑞士] E. A. 高又曼 著
姜广正 刘錫雄 夏何生 譯
魏景超 校

*

科学出版社出版 (北京朝阳門大街117号)
北京市书刊出版业营业許可証出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1960年7月第一版	书号：2189 字数：407,000
1960年7月第一次印刷	开本：787×1092 1/18
(京) 0001—5,300	印张：20 插图2

定价：2.45 元

序

作者們企图对真菌的主要形态学上的特征予以描述,并說明其中某些特征如何对这个复杂的植物类羣的演化历史提供綫索。这个工作并不容易,因为这一羣生物的数量十分庞大,而对于其中許多种类的知識,在目前还是貧乏而片断的。

对于勤懇的真菌学工作者,真菌的复杂性和它們那些显明的通性的了解是同样重要,因此作者們对于大量的种,不憚其繁地加以描述,討論它們之間的关系,連在爭論中的,甚至可能是有問題的也包括在內。但是他們却竭力避免那些使讀者們在理解活真菌的可能的演化起源和发展趋势时,会发生不必要的混乱的一些論点。

作者們沒有叙述真菌学的历史背景,仅討論了近代理論的要点。所选訂的文献目录是想將讀者們导向某些类羣的更詳尽的討論。在历史的角度上,这个文献目录并不完整,它只提出了較新近的著作。

1951年3月15日

高又曼 (ERNST ALBERT GÄUMANN)

瑞士楚利希瑞士联邦工艺学院应用植物所所长

華恩特 (FREDERICK LYLE WYND)

美国密西根州立大学植物学及植物病理学系研究教授

目 录

緒論.....	1
第一綱 古生菌綱 (Archimycetes)	4
第二綱 藻菌 (Phycomycetes)	19
第一目 壶菌目 (Chytridiales)	20
第二目 芽枝霉目 (Blastocladales)	31
第三目 单毛水霉目 (Monoblepharidales)	36
第四目 卵菌目 (Oomycetes)	39
第五目 接合菌目 (Zygomycetes)	54
第三綱 子囊菌綱 (Ascomycetes)	70
第一亚綱 原子囊菌亚綱 (Protascomycetes)	72
第一目 酵母目 (Endomycetales)	72
第二目 外子囊菌目 (Taphrinales)	86
第二亚綱 眞子囊菌亚綱 (Euascomycetes)	91
第三目 麴霉目 (Plectascales)	91
第四目 暗絨菌目 (Perisporiales)	112
第五目 多囊腔目 (Myriangiales)	121
第六目 假球壳菌目 (Pseudosphaeriales)	124
第七目 半球壳菌目 (Hemisphaeriales)	139
第八目 球壳目 (Sphaeriales)	141
第九目 腐皮壳目 (Diaporthales)	161
第十目 麦角目 (Clavicipitales)	164
第十一目 盘菌目 (Pezizales)	170
第十二目 柔膜菌目 (Helotiales)	188
第十三目 块菌目 (Tuberales)	201
第十四目 小虫囊目 (Laboulbeniales)	206
第四綱 担子菌綱 (Basidiomycetes)	214
第一亚綱 无隔担子菌亚綱 (Holobasidiomycetes)	217
第一目 伞菌目 (Hymenomycetes)	230
第二目 腹菌目 (Gastromycetes)	245

第二亚綱 多隔担子菌亚綱 (Phragmobasidiomycetes)	263
第三目 銀耳目 (Tremellales)	263
第四目 木耳目 (Auriculariales)	265
第五目 銹菌目 (Uredinales)	271
第六目 黑粉菌目 (Ustilaginales)	296
附录 半知菌类 (Fungi Imperfecti)	307
参考文献	309
索引	335

結 論

真菌是不含叶綠素的原植体植物。細菌和粘菌虽然也是沒有叶綠素的原植体植物,但是由于它們构造和生活史上的某些特点不包括在真菌以內。細菌是因为它們不具备含有染色体的細胞核而被除外。粘菌則由于它的营养細胞不包含在纖維素或幾丁質(chitin)的細胞壁內,也不算作真菌。將細菌和粘菌除外的菌类称为“真菌”(Eumycetes)。虽然如此,將“真菌”作这种含义,也不是沒有問題的。因为有时它是只用来指菌絲有分隔的高等真菌。如若遵循后一种說法,只有子囊菌和担子菌才可以称为“真菌”。

真菌并不只包含一个单纯而在个体发育中密切相联的类羣。古生菌(Archimycetes)和真正真菌在营养体的构造上是有基本的区别的(图1)。

古生菌的营养体細胞是沒有壁膜的,它們也不形成定形的菌絲体(图13,1),它們的发展只达到了比較原始的水平。在多数事例中,古生菌可能是适应了寄生生活而退化的鞭毛生物。它們之所以归在真菌中来討論主要是由于它們能引起許多植物病害。

在正常情况下,真菌的菌絲具有細胞壁。这个类羣可能是多元的(polyphylogenetic),它的各种各样的类羣多半是从鞭毛生物(Flagellates)和管藻目(Siphonales)等自生藻类发生的。它們从綠藻演化而来的过程是与叶綠素的丧失相联系的,导致了寄生或腐生生活方式。許多类羣在丧失叶綠素而使光合作用受到阻止的同时也丧失了合成生长激素和其他一些生理上起重要作用的物質的能力。真菌不能自行合成碳水化合物及生长激素的这种特性,同时也是动物的营养生理的特性。

真菌在演化中的发展是从它們的藻类祖先的营养生理受到扰乱而来的,在演化中完成了这个最初的变化以后,真菌又沿着許多独立的路綫繼續发展,获得了不同程度的进展。真菌的最重要的演化趋势,是向着特殊化的性器官的产生,也向着質配与核配的分離。这些有性过程,在高等菌类的生活史中,在不同时期內发生。質配在个体生活的开始时发生而核配則在最后。真菌形态上的分化,大部是趋向于菌体复杂性的增加,最后导致高度分化了的子实体的产生。子实体在担子菌內达到了演化中最高度的发展。

真正真菌,除古生菌以外可以分成3个大类,每类都以它的有性繁殖中的性状

为特征,这些大类是藻菌,子囊菌和担子菌。

在藻菌中成熟的性细胞接合后立即形成合子,常不形成特殊的子实体。

子囊菌的有性生殖分作两个阶段:第一个阶段称为质配(plasmogamy)。性细胞

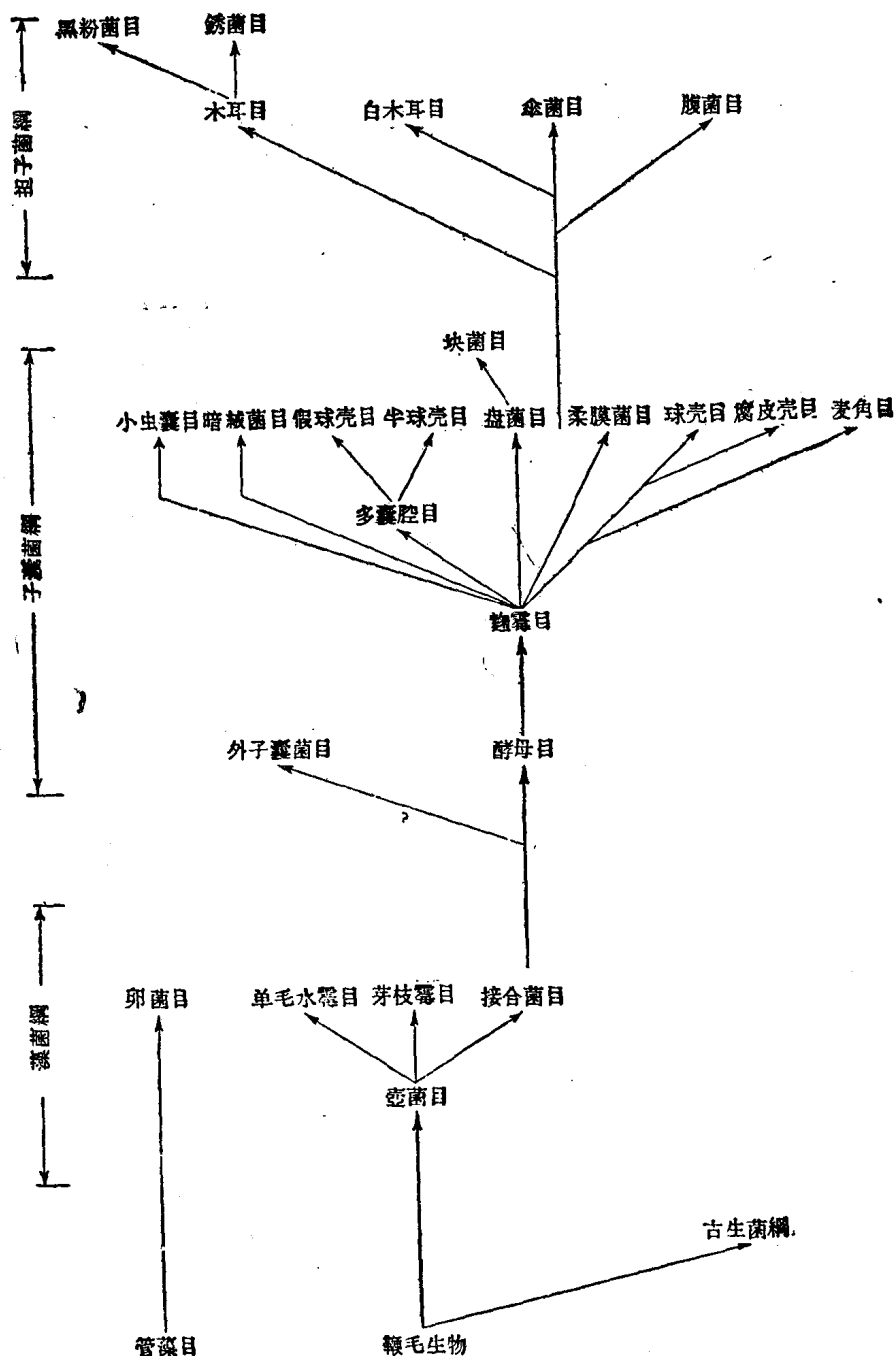


图1 真菌主要类群的演化发展的拟议

的原形質互相融合，雌雄兩性的細胞核在一個細胞內互相接近。在第二個階段內性細胞核才融合。兩個階段發生的時間和場所都不相同，核的融合稱為核配 (karyogamy)，才是細胞學的意義上的受精作用。質配與核配之間的這段時間稱為雙核期或雙核相(binuclear)或(dikaryophase)。在這個時期內雌雄兩個細胞核在形態上是一對分開的細胞核，但在生理作用上表現着某些程度的統一性。在雙核期的終止時形成子囊(圖 141)。子囊可以認為是進行減數分裂的孢子囊。子囊或形態學上的孢子囊常常是埋藏在營養菌絲所組成的特殊的子實體內。

担子菌中不形成特殊的性器官。有性生殖雖仍然存在，但是由其它的細胞來完成的。在多數子囊菌中從單元菌絲取得營養的雙核菌絲，到了担子菌中成為生理上獨立的器官。在担子菌的生活史中雙核菌絲的重要性逐漸增加。最後形成了目所能見的菌絲體或子實體(圖 343)。在雙核期終了時形成担子(圖 320)。担子即是担子菌的形態上的孢子囊，減數分裂即在其中進行。孢子在担子外部形成，與子囊菌在子囊內部形成孢子的情形卻恰相反。

根據上述有性生殖的特點，可以將真菌分為 4 綱：即古生菌、藻菌、子囊菌和担子菌。

第一綱 古生菌綱 (Archimycetes)

古生菌綱或是“原始的”真菌,它們具有下列三个特征:

1. 营养細胞无細胞壁,它們各个細胞間的界限不容易辨别。
2. 在某些情况下,整个的营养菌体均可能有繁殖作用。因此,这一类的菌体常称为整体产果(holocarpic)的菌体。
3. 古生菌常寄生在其他植物的細胞内部,这种生活方式称为內寄生(endobiotic)。

已知古生菌有下列四科:

- A. 游动孢子具有一根頂生鞭毛(图 17,1)。
 - B. 游动孢子囊自营养細胞产生……………1. 油壺菌科(Olpidiaceae)(見第 5 頁)
 - BB. 游动孢子囊堆自营养細胞产生……………2. 集壺菌科(Synchytriaceae)(見第 7 頁)
- AA. 游动孢子具有两根鞭毛
 - B. 鞭毛頂生,长短不相等(heterokont)(图 12,2)……3. 根肿菌科(Plasmodiophoraceae)(見第 12 頁)
 - BB. 鞭毛側生,长短相等(isokont)(图 17,2)……4. 拟油壺菌科(Olpidiopsidaceae)(見第 16 頁)

我們所有关于古生菌的知識还很貧乏,因此,在这里仅描述一些我們所熟知的和最典型的例子。在全部古生菌类中,所有具有单鞭毛游动孢子的古生菌并不都包括在油壺菌科(Olpidiaceae)及集壺菌科(Synchytriaceae)內。例如 *Pringsheimiella* 属就是一种在 *Saprolegnia* 菌絲上的寄生菌,产生单鞭毛的游动孢子。然而这个有趣的菌属的形态发育明显地表明了它与根肿菌科 Plasmodiophoraceae 的亲緣关系,現在尚不可能根据我們目前的知識来闡明古生菌类之間的亲緣关系。对于这类原始的真菌,只有今后的学者才能澄清我們現有关于这方面的混乱見解。

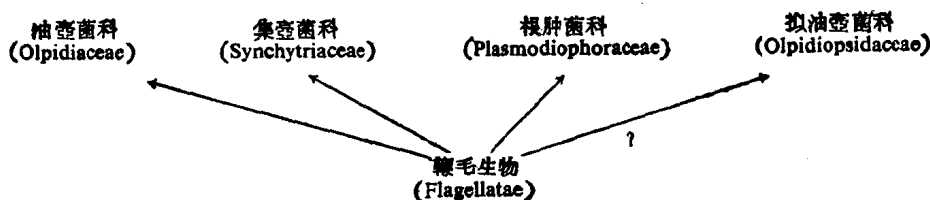


图 2 古生菌类中各科可能的亲緣关系

誠然,从各种鞭毛类型上显出了古生菌类在系統发育上是一个庞杂的类羣。由不同的始祖起源,演化出現在的一些古生菌类羣,在进化上发展的程度,似乎都达到相仿的高度,但是它們彼此之間却表現着很少的亲緣关系(图 2)。現代所有的类羣

彼此之間的相象之处,主要的是在于菌体都是裸露的并且常为变形虫状,又因为有这些特征,所以許多真菌学家认为古生菌类是由鞭毛藻类演化而来,并且将它們与粘菌类归在一起。另外一些学者例如 Fitzpatrick (1930), Karling (1932) 及 Sparrow (1943) 认为这些表面上的相似意义不大。因为由于它們共有的寄生习性彼此无关的生物都可以获得这些特征。这些学者不承认古生菌类是一个独立的菌綱,而认为它們是从不同类型的壶菌目 (Chytridiales) 退化而成的。这种有关古生菌起源的概念,很重視古生菌类及壶菌类的游动孢子的鞭毛,不論在形成或是构造的細节上都是十分相似的。例如在 *Rozella* 属及 *Rhizopodium* 属(图 17, 1 及 3) 就是如此。

第一科 油壶菌科 (Olpidiaceae)

油壶菌科的形态特征是十分简单的。任何一个細胞的全部都可以发育成为一个游动孢子囊。

可用 *Olpidium viciae* Kus. 为例說明油壶菌科的特征。Kusano (1912) 在日本发现这个菌种寄生在歪头菜 (*Vicia unijuga* A. Br.) 上。

无性繁殖 单鞭毛的游动孢子可在潮湿的寄主表面游泳。并在短暫的静止时期內,可以变形虫式的运动在寄主的表面爬行(图 3, 1)。运动时期可以持續 24 小时。最后这个游动孢子在叶片的表面静止,收縮它的鞭毛,并且形成細胞壁。然后将寄主植物的表皮細胞壁穿透,赤裸的原生质进入寄主細胞。寄生物的空的細胞壁仍然留在寄主外面。一旦侵入到寄主細胞內,这个变形虫样的寄生物就靠近寄主的細胞核,最后将它吸收(图 2, 2—3)。几天以后,这个寄生物又形成細胞壁并且轉变成为游动孢子囊。孢子囊在 5—10 天后成熟,然后形成一个針状的突出物将寄主細胞的外壁穿透。游动孢子即自此出管排出寄主外面(图 3, 4—5)。

有性繁殖 在某些情况下,游动孢子的功能有如配子,特别是从过度成熟的游动孢子囊中排出的孢子有此特性。这些配子沒有性別上的分化,称为游动配子(planogametes)。在反复发生的变形虫状的静止期中之一进行交配,或质配(图 3, 6)。这种双鞭毛的合子繼續游动并仍有間歇的静止期。这个合子也象游动孢子一样最后在寄主表面静止并且形成細胞壁。然后将寄主的細胞壁穿透,它的赤裸的双核原生质注入寄主細胞內。在寄主細胞內不久形成細胞壁(图 3, 7)。在进入休眠期以前明显地形成了一层坚实的孢子外壁(exospore),一层薄的孢子中壁(mesospore)和一层膜质的孢子内壁(endospore)。核的配合或称核配(karyogamy),直到来年春天孢子将萌发前数天才进行(图 3, 8)。这个双倍体細胞核接着发生多次的有絲分裂。也許在这一系列的分裂中的第一次是減数分裂。萌发时,孢子外壁破裂孢子中壁膨胀,孢子

内壁形成出管。出管最后穿透寄主细胞的外壁，将众多的游动孢子排出到寄主外面(图3,9)。

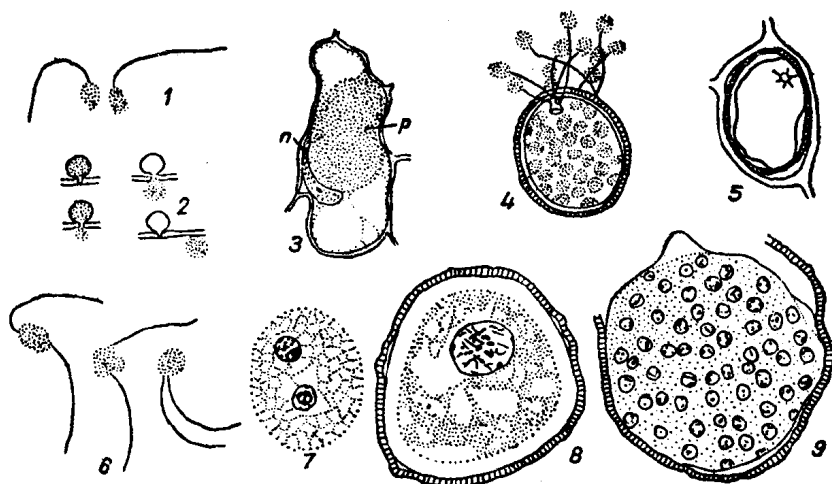


图3 *Olpidium viciae* Kus.

1.游动孢子。2.游动孢子包围在细胞壁内,正在穿透寄主的细胞壁。3.在寄主细胞内寄生菌的赤裸原生质,*n* 寄主的细胞核,*p* 寄生菌的原生质。4.萌发中的游动孢子囊。5.在寄主细胞内的空游动孢子囊。6.一对游动配子的配合。7.在核配前年幼的合子。8.成熟的休眠孢子。9.多核休眠孢子的萌发。1—6 $\times 535$; 7 $\times 600$; 8—9 $\times 1,200$ 。(自 Kusano, 1912)

Olpidium viciae Kus. 的生活史可总结如下:

1. 一个游动孢子成为一个营养细胞,产生一个孢子囊。
2. 可以交配的游动孢子并不是特殊的有性细胞,而是普通营养性的繁殖细胞;它们交配的倾向是受外界条件支配的。
3. 起初合子和游动孢子一样是一个可以游动的独立个体,这种类型的合子称为游动合子(planozygote)。

Olpidium 属的其它寄生菌大致与 *Olpidium viciae* Kus. 相似。例如 *Olpidium brassicae*(Wor.)Dang. 在不适宜于生长的条件下,例如碳素营养供应不足时,即产生合子。这个年幼的原生质体最初还是单核的,但是在形成细胞壁及发育成为游动孢子囊以前,在这个仍然裸露的原生质体内能观察到的细胞核可达32个之多(Nemec, 1912)。*Olpidium radicale* Schwartz and Cook 这个种在寄主细胞内赤裸的原生质的配合也曾经观察到过的(Schwartz 及 Cook, 1928)。

不很知名的 *Rozella* 属的代表菌寄生在 *Saprolegnia* 属的菌丝内。它们的游动孢子如 *Olpidium* 属一样,穿透寄主细胞的外壁注入其赤裸的原生质。所不同的是这一团原生质又分成若干部分,每一部分后来均可形成一个孢子囊(图4,2)。

第二科 集壺菌科 (Synchytriaceae)

集壺菌的营养細胞发育成为一羣游动孢子囊,称为孢子囊堆,而不是象油壺菌科那样每一个細胞只形成一个游动孢子囊。集壺菌科另一不同于油壺菌科的地方,在于集壺菌科在繁殖过程开始以前,它一直保持着单核状态。它的細胞核直径可以大到 25 微米。

集壺菌科已被彻底地研究过了 (Tobler-Wolff, 1912)。特殊著名的例子是 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. 关于这个种, Curtis (1921) 写过一本卓越的专著。

无性繁殖 游动孢子在适宜的寄主的表面静止,收缩它的鞭毛,并在它的外面形成一层薄細胞壁。然后此寄生菌在寄主的表皮細胞壁上溶解一个小洞,赤裸的原生质通过这个小洞进入寄主細胞内。一旦进入了寄主体内,这个寄生菌向寄主細胞的下部移动,或是被带到那里。寄生物的空細胞壁留在寄主的体外面象油壺菌一样 (图 5, 1—4)。寄主細胞因有寄生菌的存在而膨大变成梨形。在被侵染的細胞周围,寄主組織重复地进行細胞分裂而形成一个特殊肿瘤。在被侵染的細胞影响下,其邻近的表皮細胞也随着分裂,胀大并且木质化,最后形成一个花朵状的簇瘤。受侵染的細胞就在这个瘤的中央 (图 5, 6—7)。

最后这个赤裸的原生质体变成一个夏孢子 (图 5, 5), 并且在它的外表分泌出两层細胞壁。厚而呈金黄色的孢子外壁与薄而无色透明的孢子内壁。此寄生菌进一步的发展只有在这个夏孢子的内含物从壁内逸出后才开始。因此这个孢子以及相近的菌种的类似的孢子都称为原孢子堆 (prosorus)。这个夏孢子或原孢子堆随即萌发。孢子内壁伸出一个短的出管, 此管穿出孢子外壁, 全部原生质由此溢出, 迁移到已死的或将死的寄主細胞的上部。这个过程約需 4 小时 (图 6, 1—3)。重复的有絲分裂使核的数目增至 32 个左右。胞細胞质发生割裂膜, 膜的位置与核无关。割裂膜将此寄生物分割成 5—7 份, 很少有到 9 份的。每一份的外面包有一层薄而无色的壁, 都有成为游动孢子囊的可能。每一

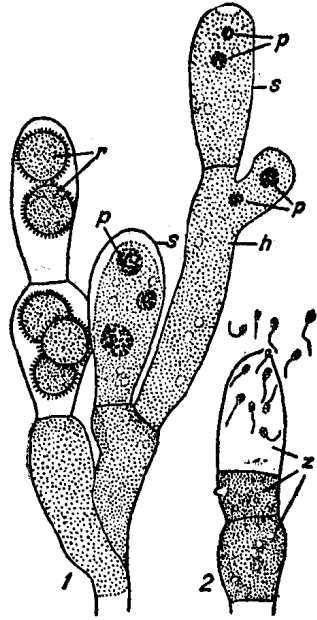


图 4 *Rozella allomycis* Foust
1. *Allomyces arbuscula* Butl.
的菌絲細胞 *h* 和两个游动孢子囊 *s*, 其中含有两个赤裸而年幼的寄生菌 *Rozella allomycis* Foust 的菌体 *p*。图左有两个 *Allomyces* 的游动孢子囊。其中含有寄生菌的有刺的休眠孢子。2. 寄生菌在 *Allomyces* 的游动孢子囊内产生了三个它自己的游动孢子囊 *z*, 其中最上面的一个正在排出游动孢子。×約 650。(自 Foust 見 Sparrow 1943)

游动孢子囊内的细胞核继续进行有丝分裂直到它的数目大约达到300个的时候为止。游动孢子囊被周围的细胞压挤着，最后脱离了孢子堆和解体了的寄主细胞（图10）。各个游离了的游动孢子囊后来就从一个狭窄的孔口放出多数的游动孢子。

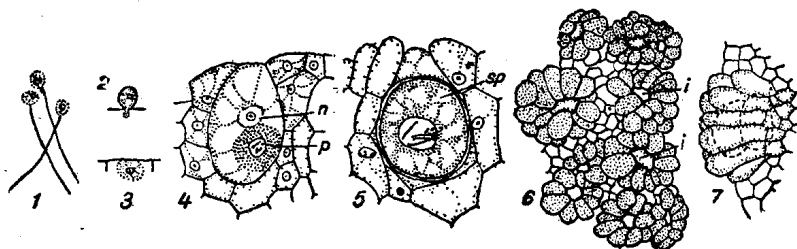


图5 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. 无性时期的夏季生活史，
侵染寄主及形成夏孢子

1. 游动孢子。2—3. 穿入寄主的表皮细胞。4. 在过度生长的表皮细胞内的幼年的原生质体 *p*，寄主的细胞核 *n*。5. 成熟的夏孢子 *sp*。6. 感染中心，在花朵状的簇瘤中央 *i* 的一些厚壁而膨大的细胞是受了侵染的表皮细胞。7. 簇瘤的侧面观。1 $\times 520$ ；2—3 $\times 1,270$ ；4—5 $\times 270$ ；6—7 $\times 100$ 。（自 Curtis；1921）

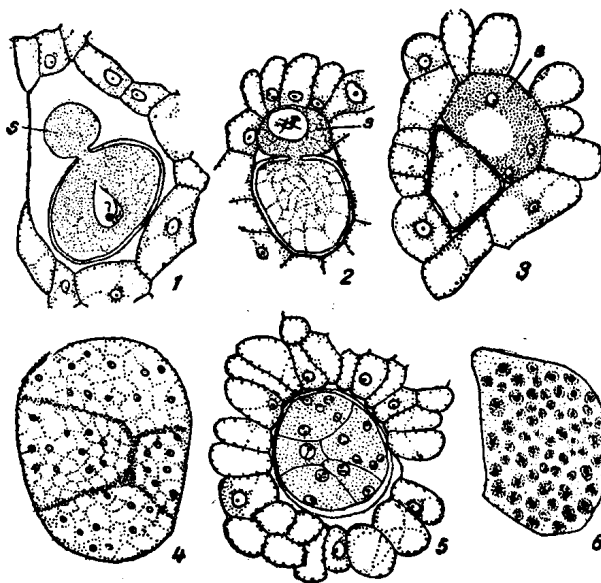


图6 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. 无性的夏季生活史

1—3. 夏孢子的萌发，*s* 未成熟的孢子堆。4. 排出的孢子堆，将形成的细胞壁可从浓厚的细胞质辨别出来。5. 包含5个游动孢子囊的孢子堆，多核的游动孢子囊才形成了它的细胞壁。6. 自寄主释出的成熟的游动孢子囊，正在开始形成芽管。1—3, 5 $\times 270$ ；4, 6 $\times 530$ 。（自 Curtis 1921）

有性繁殖 从过分成熟的游动孢子囊中放出来的游动孢子，有游动配子的作用。这种游动配子在接近另一个已经静止的游动孢子时，即与它相接合（图7，1—2）。虽然一个孢子堆中的游动孢子囊所产生的游动孢子，可以相互配合，可是发源于同一个

游动孢子囊的游动孢子之間,是大致不能相互接合的。

年幼的合子,将它的鞭毛收縮,并且分泌出一层薄的細胞壁。它的原生质进入寄主表皮細胞的方式是和游动孢子的方式一样的(7,3—5)。由于这个寄生物的存在,刺激了寄主細胞不断的分裂,使得含有寄生菌的細胞,深深地埋入到寄主組織的内部(图7,6)。这时,二倍体的寄生菌体外形成了两层細胞壁,最后成为一个休眠孢子。由于寄主細胞的分泌,休眠孢子的孢子壁可以进一步的增厚。休眠孢子只有在通过相当长的休眠期以后才萌发,所以非到来年的春天是不萌发的。休眠孢子的萌发并不象夏孢子那样在它原来的細胞内分裂成为几个游动孢子囊。而是在重复多次的細胞核的分裂以后,其中第一次可能是減数分裂,原生质分割成为許多单核的部分,每一部分最后变成一个游动孢子(图7,7)。游动孢子囊的内含物膨胀起来使孢子外壁破裂。孢子内壁形成出管放出游动孢子(图7,8)。

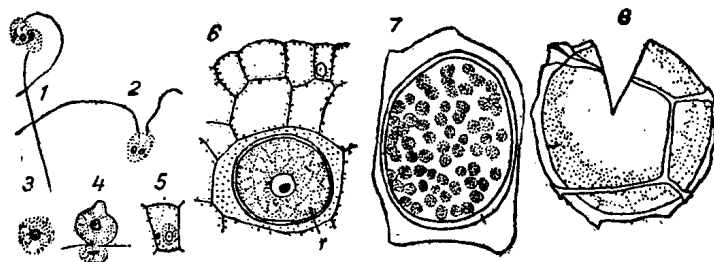


图7 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. 有性的冬季生活史
1—3.两个游动配子的接合。4—5.年幼的合子侵入寄主細胞。6.年幼的休眠孢子。7.寄主細胞內的休眠孢子,游动孢子囊原胚在成熟中。8.放完游动孢子后的休眠孢子。1 $\times 1,110$;
2—5 $\times 1,270$; 6 $\times 270$; 7—8 $\times 520$ 。(自 Curtis, 1921)

Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. 这个菌种的生活史表现了这么几种特征。那些不进行交配的游动孢子产生夏孢子,并且立即就在体外萌发。萌发后,就发育成为透明的游动孢子囊。游动孢子囊从孢子囊堆以及寄主組織中被挤压出来。在正常情况下,只有在这个过程完成以后才释放新形成的游动孢子。合子是由过分成熟的游动孢子配合产生,最后变成冬孢子或是休眠孢子。合子在次年春天才萌发。游动孢子在体内形成,而不产生在形态上可以辨别的游动孢子囊。因此内孢子的迁移以及原生质体形成游动孢子囊的分化在冬孢子的发育过程中都被抑制了。

Synchytrium 属中其他各个种的生活史在某些细节上与 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.(见表1)有些不同。寄生在蒲公英属(*Taraxacum*)上的 *Synchytrium taraxaci* de By. et Wor., 与 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.)Perc. 是很近的。它的夏孢子发育成为普通的孢子囊堆,而冬孢子则不形成孢子囊堆。这些方面和 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. 完全一样;但是在另一方面,夏孢子萌发时

它的内孢子不迁出。因此，其游动孢子囊和游动孢子就在最初的细胞或是原孢子堆的内部进行分化。

表1 *Synchytrium* 属各菌种孢子萌发的类型(自 Kusano, 1930)

菌 种	夏孢子萌发	冬孢子萌发
<i>S. endobioticum</i> (Schilb.) Perc.	外生性, 有孢子囊堆	内生性, 无孢子囊堆
<i>S. taraxaci</i> de By. et Wor.	内生性, 有孢子囊堆	内生性, 无孢子囊堆
<i>S. fulgens</i> Schroet.	内生性, 有孢子囊堆	外生性, 有孢子囊堆
<i>S. aureum</i> Schroet.	—	外生性, 有孢子囊堆
<i>S. puerariae</i> Miy.	内生性, 有孢子囊堆	—
<i>S. decipiens</i> Farl.	内生性, 有孢子囊堆	—

Synchytrium fulgens Schroet. 是个寄生在月见草属(*Oenothera*)上的菌种。它的无性的夏孢子和有性的冬孢子都在萌发时形成一个含有几个游动孢子囊的孢子囊堆(图8)。由夏孢子产生的孢子囊堆象 *Synchytrium taraxaci* de By et Wor. 一般是在

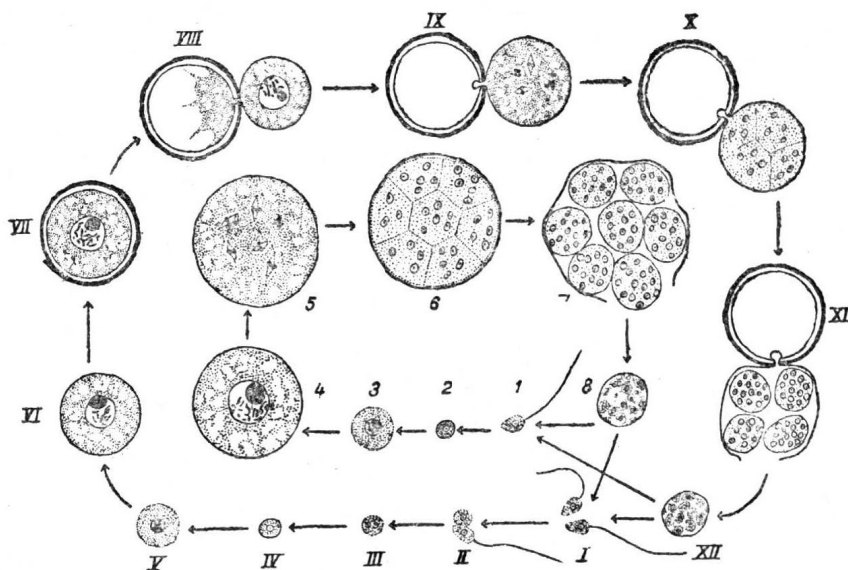


图8 根据 Kusano (1930), *Synchytrium fulgens* Schroet. 的生活史。阿拉伯数字示无性的夏季生活史

1. 游动孢子。2. 游动孢子在开始萌发前形成细胞壁, 这时正将开始侵入寄主。3. 在寄主细胞内正在生长的原生质体。4. 未成熟的夏孢子。5. 夏孢子开始进行核的分裂。6. 内生的孢子囊堆的分割形成游动孢子囊。7. 成熟的正在裂开的夏孢子囊堆。8. 含有游动孢子的夏孢子囊从寄主组织逸出。

罗马数字示有性的冬季生活史。I. 两个游动配子。II. 游动配子的接合。III. 年幼的双核合子。IV. 核融合后的合子。V. 赤裸的寄生菌在寄主细胞内生长。VI. 未成熟的休眠孢子。VII. 成熟的休眠孢子。VIII. 休眠孢子开始萌发, 孢子内壁及其内含物移出。IX. 可能的减数分裂。X. 外生孢子囊堆的分割形成游动孢子囊。XI. 成熟的散开了的孢子囊堆。

XII. 冬季游动孢子囊逸出寄主组织外其中含有游动中的游动孢子。

体内发育的,因此它不表现为单独的形态单位。在另一方面 Kusano (1930) 发现冬孢子所产生的孢子囊堆是外生的。*Synchytrium* 属中有些种的夏孢子或是冬孢子的形成可被抑制。例如寄生在下一百余种不同科的显花植物上的 *Synchytrium aureum* Schroet. 和其他有关的 *Synchytrium* 的几个种,只产生冬孢子。这个冬孢子在体内萌发并形成孢子囊堆(图 9 及 10)。而另外的一些种如 *Synchytrium decipiens* Farl., 一种在北美洲寄生在豆科植物 *Amphicarpaea monoica* Butl. 上的菌种;还有 *Synchytrium puerariae* Miy, 一种在日本寄生在豆科植物野葛(*Pueraria Thunbergiana* Benth.) 上的菌种,这两个菌都只有薄壁的夏孢子,它产生内生的孢子囊堆。在 *Synchytrium decipiens* Farl. 中割裂了的将发展成为游动孢子囊的原生质体在最初都是单核的。Harper (1899)把这些单核的原生质部分称为原孢子(proto-spore)。

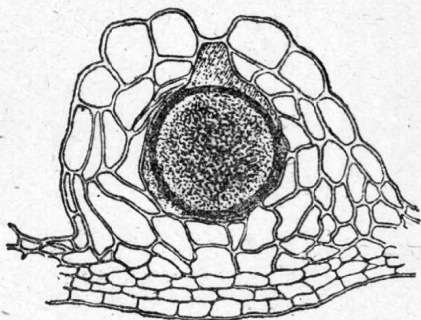


图 9 *Synchytrium aureum* Schroet. 在过度生长的表皮细胞内的休眠孢子,周围有一团瘤状的增生组织。×93(自 Rytz, 1907)

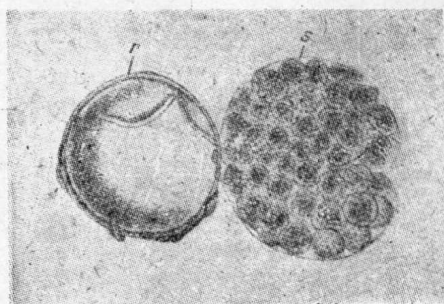


图 10 *Synchytrium aureum* Schroet. 休眠孢子 *r* 及孢子囊堆 *s*, 后者已分裂成为许多游动孢子囊

我们现有关于与 *Synchytrium* 属相近的菌类的生活史的知識是很不完全的。*Micromyces* 属各菌种是寄生在接合藻 *Conjugatae* 一类的綠藻上的。这些菌类的游动孢子遇到这些藻的絲状体时,即在絲状体的表面静止,形成细胞壁,然后将它们的赤裸的原生质体泄入寄主细胞。寄生菌就生存在寄主细胞核的附近。经过一段生长时期以后,就形成厚壁的夏孢子(图 11,1)。夏孢子在体外萌发象 *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. 一样,并且变成含有多数多角形的游动孢子囊的孢子囊堆。孢子囊堆的壁破裂释放游动孢子囊。游动孢子囊自一个或数个小孔散放游动孢子。这类的菌种也产生厚壁的休眠孢子。不过休眠孢子的发育过程尚未看到。

如果我们想推論一下关于油壶菌科(Olpidiaceae)及集壶菌科(Synchytriaceae)可能的始祖是什么的话,那么我們可先排除黏菌綱以及单鞭毛的如 *Myxochrysis* 属类型的褐藻类。这是因为它们的游动孢子的鞭毛是生在前端的,而油壶菌科及集壶菌科的游动孢子的鞭毛是生在后端的。另外我們須从自养的 *Chlorochytridion* 类型的綠色鞭毛藻类方面去寻找与这两科真菌的亲緣关系(Vischer, 1945)。虽然这些藻类