

中國食菌及其栽培

著者 裘維蕃

校訂者 華北農業科學研究所編譯委員會



中華書局出版

中國食菌及其栽培

目 錄

	頁數
戴序.....	5
自序.....	6
緒言.....	7
菌學基礎.....	10
一、菌類在植物界中的地位.....	10
二、菌類的生活.....	10
三、真菌的範圍.....	11
四、真菌的繁殖.....	15
甲、無性繁殖.....	15
乙、有性繁殖.....	16
五、怎樣認識野生的食菌.....	17
六、菌類的利用.....	21
甲、釀造工業上應用的菌類.....	22
乙、農業上應用的菌類.....	23
丙、醫藥上應用的菌類.....	24
丁、食用的菌類.....	25
七、關於毒菌.....	27
香蕈.....	31
一、形態和分類.....	31
二、栽培區域.....	32

三、安徽和福建的產菰地點	34
四、香菰的發育與環境	35
五、黃山區栽菰培菰和分級法	37
六、安徽香菰的市場和運銷	41
七、產菰種木上的雜菌	43
八、黃山區栽菰工人的生活	45
九、今後香菰栽培應有的改良	46
銀耳(白木耳)	47
一、種類形態效用和分佈	47
二、銀耳的發育和環境	50
三、四川大巴山區銀耳的栽培法	50
四、採收焙製和選擇	53
五、川黔銀耳生產的最著地點和狀況	54
六、銀耳的運銷	56
木耳	57
一、形態及分類	57
二、生長最適宜的環境	58
三、四川木耳的栽培法	58
四、木耳的採收及乾燥法	61
五、四川木耳的產銷	61
草菇	63
一、形態和分類	63
二、栽培區域和國外栽培的狀況	64
三、草菇生長發育的環境	66
四、草菇的一般栽培法	67
五、草菇特殊栽培法	70
六、栽培草菇的利益	71

洋蘑菇(西洋草菇).....	73
一、栽培的起源和現況.....	73
二、形態和分類.....	74
三、生長發育的環境.....	76
甲、菌絲的生長及發育.....	77
乙、子實體的發生.....	77
四、洋蘑菇栽培法.....	79
甲、菌種的選擇.....	79
乙、栽培材料和堆肥.....	80
丙、菌室菌窖和菌牀的構造及利用.....	84
丁、下種前後.....	87
戊、管理和病蟲害的防治.....	89
己、工作日曆.....	91
庚、採收和包裝的要點.....	91
構菌.....	94
一、構菌栽培的狀況.....	94
二、形態和分類.....	94
三、生長和發育的環境.....	96
四、栽培構菌的材料.....	98
甲、木段材料的選擇.....	98
乙、鋸屑材料的選擇.....	98
五、構菌栽培法.....	99
甲、木段栽培.....	99
乙、鋸木屑栽培.....	101
茯苓.....	103
一、形態和分類.....	103
二、寄生的樹種.....	103

三、茯苓的產地.....	104
四、安徽潛山區茯苓的栽培法.....	104
甲、松樹的砍伐.....	105
乙、擇地和整地.....	105
丙、下窖和引種.....	106
丁、栽培中的管理.....	106
戊、茯苓的收穫.....	107
五、茯苓的功用和製造.....	107
六、茯苓的運銷.....	109
純菌種的培製法.....	111
一、培製純菌種的設備和準備.....	112
二、如何分離菌種.....	115
三、實際應用和商業上販賣的純菌種.....	118
兩種野生食菌栽培的研究.....	120
一、雞縱菌.....	120
甲、雞縱的形態和生長習性.....	120
乙、白蟻栽菌的記載.....	122
丙、雞縱菌和小白球菌的關係.....	124
丁、關於雞縱香.....	126
戊、白蟻的人工培養和搬窩.....	126
二、北風菌.....	127
甲、北風菌生長發育的條件.....	128
乙、北風菌的栽培.....	129
文獻選錄.....	130

戴芳瀾序

栽培食菌在中國是何時開始的，已不可考；不過王楨在他的農書中（一三一三年）對於如何栽培食菌，曾經有詳細的敘述，並且說：『今深山窮谷之民以此代耕……』可見在那時栽培食菌的方法已普遍推廣，並且成爲深山窮谷老鄉們的主要生產。栽培食菌在西歐約在十八世紀時開始，假如我國在十四世紀已開始種菌，那比起西歐約早了三四百年。

食菌雖不是一種主要的食物，但是它能補蔬食的不足；因此我國勞動人民所創造及積累起來的栽菌經驗，應該設法保存，並用科學的方法加以發展。裘維蕃同志曾從事研究栽菌有年。在這工作開始的時候，他曾到我國主要栽菌區域作了詳細的調查。這份材料是很有價值的。他現在把我國栽菌的狀況，他自己研究的結果和國內外栽菌的資料，寫成此書，以供栽菌者的參考；倘能藉此鼓勵愛好栽菌的人們，將我國原有的栽菌方法，發揚提高，那麼此書的價值，比了僅用作栽培方法的介紹就更爲重要了。

一九五一年七月一日

自序

一九三七至一九四五年八年之間，作者跋涉於西南諸省，從事於野生食菌的調查，同時也注意到我國食菌的栽培法。我國栽菌的歷史是悠久的，勞動人民栽菌的經驗是豐富的，可是這些事實尚未科學地介紹到廣大人民之間，作為提高與普及的基礎。作者過去的一些調查和研究的記錄，除了一部份已經由專題發表外，尚有許多沒有整理出來。在抗日戰爭時期，在動蕩的大後方，這些記錄若無戴芳瀾師的妥為保存，恐怕早已散佚了。戴師不特代為保存，並且不辭辛勞從昆明帶到北京來；解放後又鼓勵作者整理材料，充實內容，寫成專冊，以便從事栽菌工作者的參考。

本書的材料以作者的調查研究為基礎，又攝取了國內外有關栽菌的經驗，以現代菌學的觀點來介紹我國食菌栽培的方法。在敘述食菌栽培之先，介紹了一些菌類的基本知識；在末後又加入了培製純菌種之技術，這些都是為了未習菌學的讀者而寫的，雖然失之簡陋，但對於閱讀栽菌的本文時，不無幫助。

戴芳瀾先生在評閱之餘，欣然作序，實深涵鼓勵之意，謹致衷心的謝忱。又承董元先生作圖，亦並此致謝。同時必須指出，以祖國的遼闊廣大，這些資料是不够全面的，觀察方面也有不够深入之處，敬希讀者多提意見，或供給資料，以便在再版之時修正或充實。

一九五一年七月一日

裘維藩於北京農業大學

中國食菌及其栽培

緒 言

我國對於菌類的利用，有着很遙遠的歷史。後魏（三八六至五三四年）賈思勰的齊民要術一書中，便有木耳菹的製法。元代的農桑輯要中（一二七七——一二九四年）更介紹了栽培構菌的方法。王楙的農書中（一一三一年）有栽香蕈法。歷代記述菌蕈的專書有宋陳仁玉的菌譜（一二五〇年），明潘之恆的廣菌譜（一五〇〇年），清吳林的吳菌譜（一七〇三年）等。明代李時珍的本草綱目（一五七八年）中記載了許多前人曾引述過的藥用菌類。清代吳其濬的植物名實圖考（一八四八年）中也有菌類的引述。僅此就可見我國對於菌類的利用是很早的。

我國本草學的發展較西方爲早，但是近代植物學的發展則我國比日本還遲。直到現在還有很多人對於菌蕈的產生存在着神祕的觀念。莊子曾說：「朝菌不知晦朔」，正因為對於菌蕈的產生有些突如其來，它們的死亡又有些突如其去的感覺，才形成了這種觀念。不過從植物學的觀點來說，菌蕈不過是植物的一類；它們有「種子」，可是小到肉眼所不能見，它們一樣的需要營養來完成它們的發育和生長，而它們的發育和生長，如一般的高等植物一樣，受到環境因素的節制。

今日我國仍舊利用着多種的野生菌作爲蔬食，並且視爲季節性的山林副產品。在我國西南諸省，每當雨季來臨之時，山林附近的農民便擔着負着一筐一筐的，鮮艷奪目的野生菌到都市裏去販賣。在成都貴陽和昆明就有着較大的市場，並且持續達兩個多月之久。在西南的其他小鄉小縣中也有相當的消費量。野生菌的產生隨着山林而分佈，隨着潤濕

的氣候而分佈，因此西南諸省多林之地比長江下游少林之地的野生菌的產量爲高，而且種類亦多。西南著名的野生食菌有雞縱、竹蓐、牛肝、猴頭、蓮花、北風等，此類名稱亦因地而異，譬如雲南的雞縱實際上就是四川的傘把菇，不單是四川有，廣西和臺灣亦有，因此雲南不能獨專其美。長江中下游著名的有湖南的蕨菌，江蘇的桃花蕈（又稱豬血蕈）等。關於這類野生菌的分類的研究，作者已經部份地做了些報告。張家口外草原地帶所產的著名食菌就是名聞全國的口蘑，這也是野生菌之一。

現在我們要問，這些野生菌能拿來栽培嗎？我的回答是不可以 and 可以。爲什麼不可以呢？因爲很多野生菌和某一種樹木的根經營着共同生活，缺少了某一種活的樹木和它的根，某一種野生菌就不可能發育；此外即使具備了樹木的條件而缺少了某種的溫濕度的外界因素時，菌體亦產生不出來。到目前爲止，我們對於這些野生菌的生長習性和發育的條件還沒有作過精密的研究，我們還缺乏栽培它們的技術，因此我說不可以。那麼何以又說可以呢？日本的松茸原是赤松林中的野生菌，日本菌學家研究了松茸和松根的共生作用或稱菌根生活，掌握了松茸生長發育的規律性，創造了松茸的栽培技術，而把野生的松菌，一變而爲栽培的松茸。米丘林說：「我們要向自然奪取」，只要能加以科學的研究，掌握技術，那麼爲什麼不可以呢？

我們現在有些食菌也是用人工栽培的，這些食菌在古代也是野生菌。它們之所以能被栽培、被利用，完全是由我們偉大的祖先用勞動創造出來的。過去我們祖先用勞動創造出來的技術反而沒有發揚光大，而被湮沒在深山僻林之中，停留在很落後的狀態之下。現在我們必須要把它們一一的發掘出來，用近代的科學來研究和整理它們。

今日我國所栽培的食菌，也就是我們日常在市場上所見到的幾種。大約香菇（又稱香蕈）的消費最大，木耳的消費量也可觀。銀耳是過去資產階級的「專利品」，不是一般人所能享受的。在西南較熱的地帶，又有一種草菇的栽培，它的產額和消費量也相當的大，是兩廣農民的一種副

業。根據抗日戰爭前不完全的調查，全國食菌總產額值硬幣六百餘萬元，這一數字是屬於農村副業的收入，實在不容忽視。

日本在發動侵掠戰爭的前幾年中，已經有改良的香茹向外推銷，差不多要壓倒我國海外的市場，同時竟侵入到我國內的市場中。我國的銀耳除掉一部份供給國內的消費外，也是出口品之一，而日本却有了改良的銀耳，只是還未十分成功。草菇本來在兩廣一帶栽培，現在菲列濱也引種成功了。從生產的觀點上看來，我們應該趕緊地調查、整理，和研究我們祖傳的技術，並且要提高這些技術。

菌學基礎

一、菌類在植物界中的地位

一般人對於植物的概念，總是容易聯系到那些有綠色枝葉的，開着花朵的，或生產果實和種子的花草、樹木和莊稼。其實這些日常和我們見面的東西，不過是植物界中的一部份。植物界中還包涵着許多沒有綠色的以及不開花的植物。也有許多植物的體積非常之小，必須要用高倍的顯微鏡才能觀察到它們的結構和發育以及生長的狀況。我們人類很害怕的細菌也是屬於這一類的。

植物間的差異既然如此之大，分類學家就按照着它們之間的相似和相異之點，分成四大類：所謂種子植物(Spermatophytes)、羊齒植物(pteridophytes)、苔蘚植物(Bryophytes)和菌藻植物(Thallophytes)。現在我們所討論的菌類，就是屬於第四類中的。這類植物在構造上比前述三類要簡單得多；又根據它們之間有無葉綠素等分成兩類——即所謂藻類(Algae)和菌類(Fungi)。藻類是有葉綠素的，菌類是沒有葉綠素的。

馬丁氏(Martin) 認為菌類的性狀和一般植物的差異很大，因此建議將菌類與植物及動物鼎足而為生物中的三大界。這種說法還不能獲得廣大生物學者的主持，我們現在仍將菌類歸入低等植物。

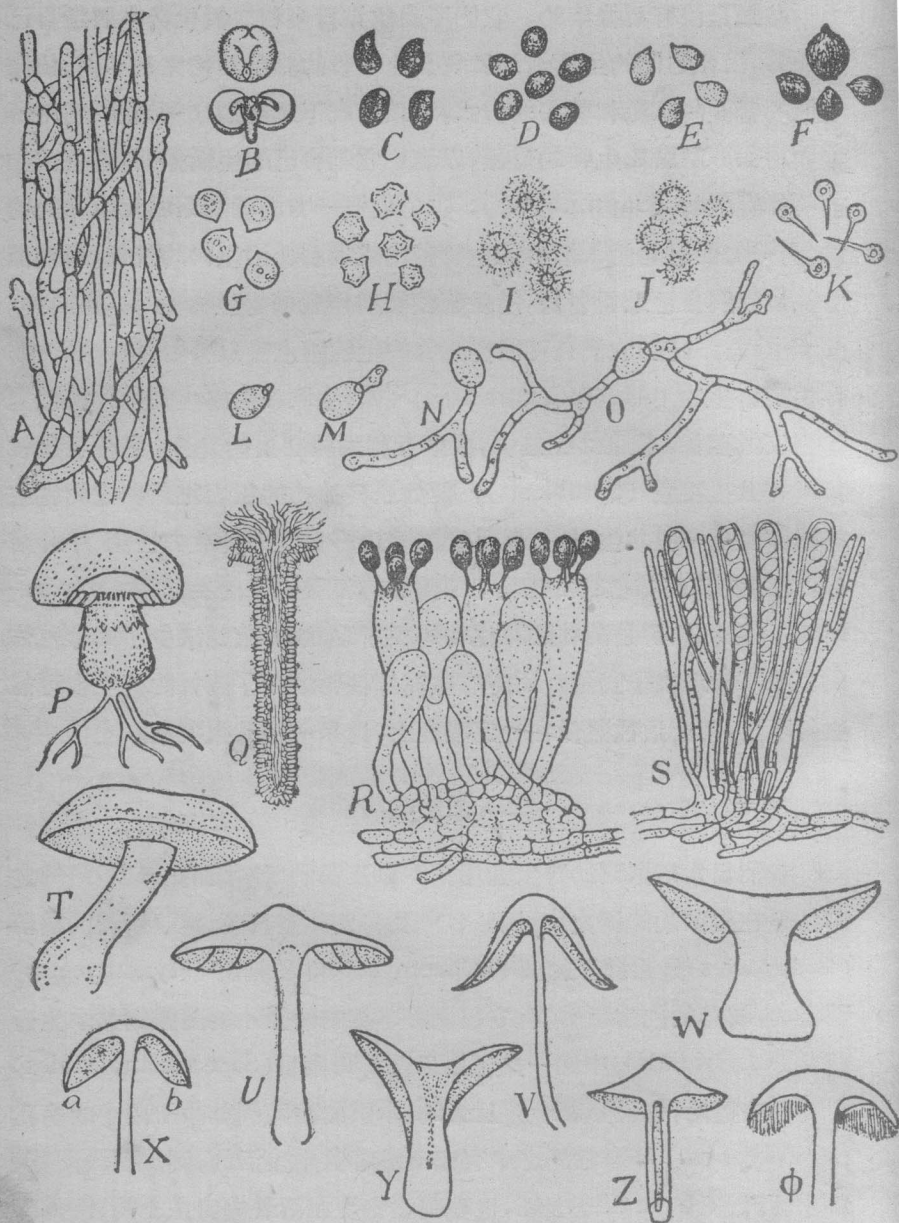
二、菌類的生活

大家都知道綠色植物的生活方式，它們依靠葉綠素的光化作用吸取了空中的二氧化碳，經過了一系列極複雜的作用，在植物體內與水產生了很簡單的葡萄糖。這種糖供給了植物本身能力的來源，同時與其他由根部吸取來的養分合成了許多細胞和組織上必要的有機物質，如蛋白質和油脂等。有時為了能力的蓄積，葡萄糖便轉變為澱粉的形式貯藏起來。

菌類是沒有葉綠素的，它們不能依靠日光和二氧化碳來製造自己的養料，因此它們的生活情形就與其他一般的綠色植物完全不同。依據它們的營養的來源和營養的方式，可以分成下述幾類：（一）它們利用酵素作用去分解腐死生物的殘體，以滿足它們自己的生活需要，這些菌類被稱作腐生物（Saprophytes）；（二）它們一方面能利用腐死生物的殘體，另一方面也能侵入活着的生物體內或附着於活生物的體外，用種種方法使它們自己取得營養，這些菌類被稱作兼營寄生物（Facultative parasites）；（三）它們只可能從活着的生物體上吸取營養，這一類便稱作絕對寄生物（Absolute parasite）；（四）它們和被寄生的生物體發生了密切的關係，或則共存無害，或則互相供給必要的養分，這種現象就被稱作共生現象（Symbiosis），譬如豆科植物的根瘤細菌和它的寄主的關係便是一種共生現象。此外有許多山野自生的食菌如松菌、牛肝菌等，它們都和高等植物如松樹、櫟樹等的根發生了菌根結構（Mycorrhiza）。這種結構是菌絲體和植物的根所形成的，菌絲缺少了高等植物的根就不能形成子實體，同時有些高等植物缺少了菌絲的寄生也可能生長不良，因此這種關係在一定程度上，也是一種共生現象。

三、真菌的範圍

我們日常所遇到的野生食用菌，以及我們所討論的一切栽培的食菌都是在真菌的範圍之內，因此我們要特別注意真菌。這裏所指的真菌（Eumycetes）是除開了細菌（Schizomycetes）和粘菌（Myxomycetes）而言的。真菌的內容很豐富，它包涵着單細胞的微小的菌體例如水生壺菌目（Chytridiales）中的一些種屬以及酵母菌目（Saccharomycetales）中的一些種屬，也包涵着十分巨大的、木質的菌類例如擔子菌中的多孔菌（Polyporus）等。它們之中有完全靠着腐生生活的，例如西洋蘑菇、草菇、醬黴（*Aspergillus*）等，也有完全寄生在活着的寄主上的，例如麥子的黃疸病菌（*Puccinia*）等。



圖一 菌類的結構

(A)菌類(食菌)的菌絲體 (B)豌豆種子，顯示子葉及幼根(用作比較) (C)至 (K)各種菌類的孢子——(C)鬼傘屬 (D)環草菇屬 (E)木生紅褶屬 (*Pluteus*) (F)黑點褶屬 (*Panaeolus*) (G)鵝膏屬 (H)土生紅褶屬 (*Entoloma*) (I)矮頭屬 (J)乳菌屬 (K)馬勃屬 (*Lycoperdon*)。 (L)至 (O)菌孢子的萌發——(L)六小時後，(M)八小時後，(N)十二小時後，(O)二十四小時後。(P)一種標準褶傘菌，顯示其傘蓋、菌褶、環、柄以及假根，蓋上切去一小片，露出菌褶。(Q)放大的褶之切面，顯示其四圍密佈擔子器，(R)三本高度放大的擔子器以及不實的菌絲細胞，孢子發生在微小的子梗頂端。(S)子囊菌子實層的一部份，每一子囊中有八個子囊孢子，另一些菌絲為側絲。(T)一種標準的孔傘菌(牛肝菌)，顯示傘蓋下全是孔管。(U)至 (Z)菌褶與菌柄的各種關係，(U)菌褶離生的，同時注意這種傘蓋是隆起的蓋與柄的組織不一致的，(V)由小齒沿生的(W)褶端渾圓的，蓋與柄的組織是一致的，(X)褶與柄是着生的，a.平刃的，b.腹刃的，(Y)沿生的，蓋是下陷漏斗狀的，(Z)附生的，柄中空，(ϕ)顯示孔管的着生狀，右端的孔管是極易分離的。(基據 Güssow, H. T. 及 Odell, W. S.)

一般而言，真菌可以分成四大族，主要是根據了它們菌絲的有無分隔以及有性繁殖的方法等性狀而區分。凡是菌絲沒有分隔的，都稱作藻狀菌 (*Phycomycetes*)，因為它們的性狀很接近綠藻的形態。凡是菌絲有分隔的，再按照它們的有性繁殖的方式來區分：第一類真菌，在有性繁殖時形成一種袋形的或棒槌形的囊，在囊中一般形成八枚(或四枚或二之倍數)孢子，稱作子囊孢子 (*Ascospores*)；這個囊就稱作子囊 (*Ascus*)。子囊本身有時是散生在寄主體上的，但大多數却埋藏在或排列在一些杯形的、碟形的、匙形的、馬鞍形等等的結構的表面或腔內。這些承受子囊的器官，由於它們的形式不同而有不同的命名，例如球形無孔的稱作球囊壳 (*Cleistothecium*)，瓶形或球形有孔的稱作瓶囊壳 (*Perithecium*)，那些杯狀和碟狀的就稱作盤囊壳 (*Apothecium*)，當然還有其他種種形式，總之有這一類器官的都稱作子囊菌 (*Ascomycetes*)。

第二類，真菌在有性繁殖時生成的孢子不在囊內而在柱狀的、棒狀

的或其他形式的器官之外的，這個器官就稱作擔子 (Basidium)。這些擔子發生的方式也有許多種，有些從一個越冬的厚垣孢子中伸出了一枝擔子，有時有四個或不定的橫格，有時沒有，上面負擔着定數的或不定數的孢子，稱作小孢子 (Sporidia) 或擔孢子 (Basidiospores)。銹菌的冬孢子 (Teleutospore) 和黑粉菌的厚垣孢子都是屬於這一類型的。有時在膠質的菌體中，直接從菌絲體發生出一枝有四個橫分隔的擔子，每格負荷着一枚小孢子，例如木耳的擔子便是如此；在銀耳的情形下，這一枝擔子便是四個縱分隔的器官，每一分格延伸出一枝細長的小枝，稱作子梗 (Sterigma)，在枝尖帶着一枚小孢子。一般傘菌的擔子就比較得明晰簡單，它們是一個棒狀的細胞，頂端有着二至四枚短小的或不太長的梗子，它們和其他一些細胞根規律地排列在傘菌的褶褶的表面，多孔菌孔管的內圍以及其他結構的表面或內圍。擔子和其他細胞密生的一層稱作子實層 (Hymenium)。有這一類器官的真菌都稱作擔子菌 (Basidiomycetes)。

另有一類真菌，它們的有性繁殖器官還沒有被發現，可是它們的菌絲却都是有分隔的，這一類真菌大都有很明顯的無性孢子，我們現在只能根據這種無性孢子的形態來加以區分，所有這種生活史沒有完全認識的真菌都稱作半知菌 (Deuteromycetes)。

為了明瞭起見，我們可以把這四類真菌按照下表的方法來區分：真菌部 (Eumycetes)。

(一) 菌絲平常不分隔，偶爾在產生繁殖器官時有分隔現象；無性生殖為極簡單的游泳孢子以至分生子或胞囊子；有性繁殖一般為等體結合 (Isogamy) 產生接合子，或不等體結合 (Anisogamy)，產生卵孢子。……………藻狀菌綱

(二) 菌絲平常都有分隔

有性繁殖時生成子囊孢子……………子囊菌綱

有性繁殖時生成擔孢子……………擔子菌綱

有性繁殖器官尚未認識的……………半知菌綱

人類食用的菌類，大多是在擔子菌綱中，少數在子囊菌綱中。子囊菌綱中却有工業上很重要的酵母菌和醬黴菌，醫藥上很重要的青黴菌；藻菌中有我們做黴豆腐用的毛黴菌 (*Mucor*) 等。但在上述四類菌中，一方面能供給我們人類食用以及在釀造和醫藥上發揮很大的作用，同時却有許多真菌每年毀壞我們的農作物以及我們的木材和建築物；另外還有寄生在人類皮膚或其他部份的真菌，這些將由植物病理學方面及醫學方面來研究，不在本文範圍之內了，不過在後文將作些菌類利用簡短的介紹以增加食菌栽培者對於這方面的常識和興趣。

四、真菌的繁殖

甲、無性繁殖

真菌的生活史往往可以區分有性繁殖和無性繁殖兩方面，這兩方面並非是兩個相繼的階段而是互相平行的。差不多所有的真菌都有無性繁殖的能力，在一般情況下，却不一定都能進行有性繁殖。

無性繁殖器官便是割裂的菌絲，或從菌絲體上形成了一些特殊的繁殖器官。最簡單的便是從菌絲體上生出一些繁殖菌絲，它們有時與其他菌絲很相似，有時却有一定顏色和形態。從這些繁殖菌絲上由簡單的縊裂方法產生出多量的孢子，稱作分生子 (*Conidia*)，那些繁殖菌絲便稱作分生子梗 (*Conidiophore*)。在另一種場合，繁殖菌絲的頂端形成了一個囊狀體，它的內容物便割裂成為許多孢子，稱作胞囊子 (*Sporangiospores*)，盛孢子的囊稱作孢子囊 (*Sporangium*)，負擔孢子囊的菌絲稱作孢子囊梗 (*Sporangiophore*)。

分生子在獲得水分和適當的營養時，便開始萌發；萌發時有兩種形式，一種是直接生成一個芽管，繼續伸長、分枝，形成一定的菌絲體 (*Mycelium*)，由菌絲體上再生產分生子，繼續繁殖以完成它無性世代的循環。許多半知菌的生活循環就只限於這一方面。分生子另一種萌發

的形式常見於藻菌的卵菌亞綱中，它們的分生子的內容可能進一步割裂而生成游泳子 (Zoospores)，由游泳子再行萌發而生成菌絲體。在低等藻狀菌中，有些菌體是單細胞的，整個菌體的內容可割裂而形成游泳子。在高等擔子菌中，無性繁殖的現象常在人工培養基中見到，例如構菌在培養基中能產生無量數的分生子。

分生子的形態很多，可能是單細胞的以至多細胞的，可能是球形的以至線條狀的，種種不一。分生子梗可能是單獨散生的，也可能是叢生的，有時發生在子座 (Stroma) 表面或子座的凹入處，有時發生在球形的或瓶形的分生子壳 (Pycnidium) 內，這些性狀在分類上都是很重要的。

乙、有性繁殖

真菌和高等植物一樣，有着『性的行爲』。藻狀菌在產生卵孢子和接合子之前，必須經過一番菌體繁殖細胞間的交合，例如在產生卵孢子前，有一枝繁殖菌絲上生成了一個球形的藏卵器 (Oogonium)，其中有一個或數個卵球 (Oosphere)，另一枝菌絲上生成一個體積較小的精子器 (Antheridium)；這個精子器能生出一枝極小的侵入管或授精管進入藏卵器內，將精子器的內容帶入卵球實行交合，然後發育成為卵孢子。在產生接合子的場合，先由兩個體積相等的繁殖菌絲互相接合，稱作配子枝 (Gametophore)，配子枝各生成分隔而成配子囊 (Gametangium)，兩個配子囊間的胞壁消失，內容交合而逐漸形成接合子。

在子囊孢子發生之前，也有這種菌絲細胞交合的現象，但方式不同，一般是由兩個特殊菌絲細胞交合後，由此發生出造囊絲 (Ascogenous hyphae)，再從造囊絲形成子囊和子囊孢子。在某些盤菌中，有人見到精子授精的現象，換一句話說，便是由一個極小的分生子其內容通過一枝接引菌絲而達到與另一菌細胞交合的目的，交合後再由此發展成為子囊和子囊孢子。

在擔子菌中，有些菌類如黑粉菌的一些種類的有性現象，不過是小