第三章 真核微生物的形态、构造和功能

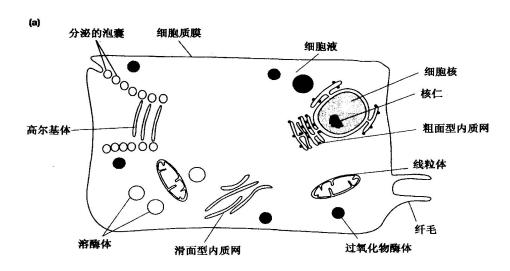
[教学目标]通过本章的教学,使学生掌握真核微生物的种类和特征、掌握以酵母菌和丝状真菌为 代表真核微生物的形态结构、化学组成和繁殖特征等。

[教学的重点和难点] 酵母菌和丝状真菌的基本形态、构造和特征; 酵母菌和丝状真菌的菌落形态特征和繁殖方式。

[**教学方法和手段**]主要以讲授为主,应用多媒体课件进行形象生动的课堂教学。 [**教学内容**]

§1 真核生物细胞结构

真核生物 真核生物细胞具有复杂的,有膜包被的亚细胞器,使细胞功能区域化。



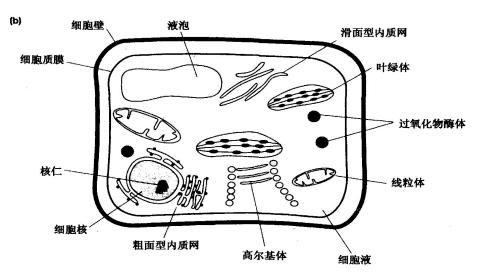


图 2.13 真核生物的细胞结构。(a) 典型的动物细胞结构;(b) 典型的植物细胞结构

真核生物细胞由膜分隔。细胞含有几种不同类型的由膜包被的细胞器,其中进行着可调控的不同的生理生化过程。膜还可以传递信息,传递新陈代谢的中间产物和终产物,从生物合成位点到使用位点(见图 2.13)。

质膜 质膜是半透膜,把细胞的内外部分隔绝开来,它还参与细胞间的识别,细胞内吞作用和胞 吐作用,并附着在细胞表面。膜内的运输体系使它能有选择性地把物质输送到细胞内部。

真核生物的质膜是一个分隔细胞内和外的半透明(seml-permeable)屏障,这 一点与原核生物相

似,但是真核生物的质膜含有固醇,这种扁平分子 使膜的硬度增强,使真核细胞更加稳定。膜上还有运输系统,选择重要的物 质进入细胞,并参与内吞作用和胞吐作用,在此处,食物颗粒被吞入,废物以 膜包被成小泡的形式从细胞内排出。质膜还参与了细胞之间的重要相互作 用过程,例如,细胞间的识别系统及细胞在固体表面的附着作用。

细胞质 细胞质内的水分占 70%-85%,溶液中有蛋白质、糖类和盐类。细胞器悬浮在细胞质中。 真菌和藻类细胞中还有单层膜包被的液泡。

细胞质是蛋白质、糖类及盐类的稀溶液(水占 70%-85%),悬浮着所有的细胞器,并具有溶胶(sol-gel)的特点,即其分子组构可以是液体,也可以是半固体。在极稀的溶液中,液泡作为营养物和废物的储藏场所,液泡的高含水量保持了细胞的高膨胀压。

细胞骨架 细胞骨架由微管、中间纤维和微丝组成,它们维持了细胞的形状。

真核细胞是通过微管蛋白组成的细胞骨架而得以稳定的,细胞骨架的构成包括,微管(直径 25nm), 微丝(直径 4-7nm)和一种类似于收缩肌的肌动蛋白构成的中等纤维(直径 8-10nm)。细胞骨架是一种动力结构,不但支持细胞,还支持变形虫式运动、细胞质流、以及核和细胞的分裂。

核及核糖体 细胞核是由双层膜包被的细胞器,含有细胞的染色体 DNA。核内部有核仁,这是核糖体 RNA(rRNA)合成的场所。核糖体由蛋白质和 BNA 两种亚单位构成,他们是 DNA 翻译和蛋白质合成的场所。

核包含有微生物 DNA。真核微生物中的核通常包含不止一条染色体,在染色体中,DNA 被组蛋白保护起来。在二倍体生物中,这些染色体是成对的。核由双层核膜包被,膜上有孔,在核膜孔处内外膜融合在一起。正是通过这些孔,细胞核能通过 mRNA 和核糖体对细胞进行稳定的调控。核膜在此处也是与内质网相连的。核内有核仁,它富含 RNA,核糖体在此处被合成。真核生物的核糖体基本上与原核生物的相类似,但它们的更大一些,两个亚单位分别为 60S 和 40S,组成一个 80S 的二聚体。其功能与原核生物的相同。

内质网 内质网(ER)是由管状和盘状膜组成的复合体,与核膜相连。内质网可以是滑面型,或被核糖体附着而变成粗面型。这种细胞器的主要功能是合成和输送蛋白质和脂类。

核的外膜与复杂的、具三维结构的膜管状及层状结构的内质网(ER)相联系。管状 ER 可被核糖体附着,称为粗面型内质网(RER),核糖体的翻译和蛋白质的修饰作用在此处进行。这些蛋白质或是分泌到 ER 腔中,或是插人到膜内。滑面型 ER 的盘状结构与脂类合成及蛋白质和脂类的细胞间运输有关。

高尔基体 高尔基体是一系列扁平的、有膜包被并具孔的囊和泡。从 ER 分泌而来的小泡与高尔基体(Golgi)融合,其内含物在此进一步进行生化加工。加工后的物质以小泡的形式从 Golgi 中分泌出来,然后与其他细胞器或质膜融合。

高尔基体由一系列扁平的膜包被的囊或潴泡堆积在一起而成,并环绕着管和泡囊的复合体。这个堆积体有着严格的极性,顺式面或形成面接受从 ER 来的泡囊,泡囊内的物质被高尔基体加工,然后从细胞器的反式面(成熟面)或其边缘以出芽方式放出。高尔基体加工并包装物质使之分泌到其它亚细胞器或细胞膜上。真菌高尔基体不如藻类发达,只有很少几个或单个潴泡。有时称它们为(分散)高尔基体(dicctyosomes)。

溶酶体和过氧化物酶体 溶酶体和过氧化物酶体是由高尔基体分泌的、有膜包被的囊泡。溶酶体含有的酸性水解酶参与胞内的消化作用。过氧化物酶体含有氨基酸和脂肪酸降解酶以及过氧化氢酶,后者对降解过程中产生的过氧化氢有解毒作用。

高尔基体产生了这些单层膜包被的含酶的细胞器(溶酶体中含酸性水解酶,过氧化物酶体中含胺化酶(aminase)、酰胺酶、脂酶和过氧化氢酶),这些酶对消化许多不同的大分子是必须的。溶酶体内的 pH 是酸性的(pH3.5~5),可使酶在最佳 pH 下发挥作用,而此 pH 值是由膜上的质子泵维持的。过氧化物酶体内氨基酸和脂肪酸的降解产生了过氧化氢,这是一种具有潜在细胞毒性的副产物。然而过氧化物酶体中也存在过氧化氢酶,可把此过氧化物降解成水和氧气,从而保护了细胞。

线粒体和氢化酶体 线粒体是需氧生物呼吸作用和氧化磷酸化作用的场所。它们由双层膜包被,内层膜折叠成盘状或管状,称为嵴。ATP的产生部位就在附着于嵴上的颗粒中。在一些无线粒体的厌氧的原生动物中发现了氢化酶体(hydrogenosomes)。它们的作用是产生能量。

线粒体是由双层膜包被的细胞器,呼吸作用和氧化磷酸化作用在此处发生,大约 2~3nm 长,直径 1mm。其数目在细胞中是变化的。其内含有一个小的环形 DNA 分子,负责编码部分线粒体蛋白和 70S 核糖体。线粒体内膜上含有一个 ATP/ADP 转运子,可以将线粒体内合成的 ATP 运送到细胞质中。ATP 产生于附着在线粒体嵴上的颗粒中,此嵴由线粒体内膜折叠而成(图 2.14)。其结构在三个原生生物类群中稍有不同。并非所有的原生动物中都有线粒体,而且这些细胞的新陈代谢基本上是厌氧的。在需氧类型中,最原始的真核生物的线粒体嵴是盘状的。真菌的线粒体是大的、高度分裂的扁平板状嵴,而藻类则具有更多的膨大的嵴。

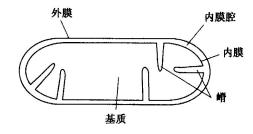


图 2.14 线粒体的结构

在厌氧原生动物中发现了氢化物酶体,它们是由膜包被的细胞器,具有电子转运途径,即氢化酶转运电子到最终电子受体,生成氢分子。

叶绿体 叶绿体是由双层膜包被的细胞器,内含光合色素叶绿素。在叶绿体内是成层排列的扁平的泡囊,称为类囊体(thylakoids),光合系统位于此处。

叶绿体是含叶绿素的细胞器,能利用光能固定二氧化碳成碳水化合物(光合作用)。叶绿体有双层膜包被,并含有扁平的膜囊称为类囊体,是光合作用中光反应的发生场所(图 2.15)。藻类中这些细胞器较大,几乎充满整个细胞。淀粉核是叶绿体内的蛋白性区域,是多糖生物合成的场所。

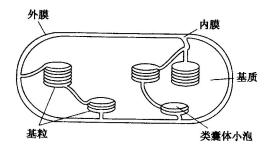


图 2.15 叶绿体的结构

细胞壁 细胞壁见于藻类(纤维素为主)和真菌(壳多糖为主)中。它们是细胞与环境的分界,在维持细胞硬度及在控制水分因渗透而过度进入胞内是重要的。

植物和真菌细胞的原生质体在大多数情况下由坚硬的细胞壁包被。真菌细胞壁是由壳多糖(以β-1, 4-连接的 NAG 重复单位)和无定型的β-葡聚糖形成的微晶聚合物组成,而植物的细胞壁则是由纤维素(β-1, 4-连接的葡萄糖重复单位)和半纤维素组成。

鞭毛 鞭毛是含微管的细胞膜的延伸。因其可弯曲而导致细胞可运动。

鞭毛是由膜包被的细胞延伸物,内含有微管。微管以9对束状排列围绕在鞭毛的外缘,在其内部有一对微管不停地运动。这种结构称轴丝。由于供给ATP后鞭毛可柔软弯曲,故为细胞提供运动性。

§2酵母菌(yeast)

非分类名词,一群单细胞微生物,属真菌类。第一种 "家养微生物 ",与人类关系密切。主要分布在含糖较高偏酸性环境中,又称 "糖真菌"。

特点:①个体一般以单细胞状态存在;②多数营出芽繁殖;③能发酵糖类产能;④细胞壁常含甘露聚糖;⑤常生活在含糖量较高、酸度较大的水生环境中。

一、 酵母菌的形态 (菌体、菌落) 和细胞结构

1、 酵母菌细胞形态

酵母菌细胞呈卵圆形、圆形或圆柱形。细胞宽约 1~5μm,长约 20~30μm。

酵母菌菌落大多数与细菌菌落相似,表面湿润, 粘稠,易挑取,但比细菌菌落大而厚,颜色多为白色, 少数为红色,若培养时间太长,其表面可产生皱褶。 在液体培养时,有的生长在底部,有的生长均匀,有 的则在表面形成菌醭。

2、 酵母菌细胞结构

酵母菌细胞结构有细胞壁、细胞质膜、细胞核、细胞质及内含物。

细胞壁 组分有:葡聚糖、甘露聚糖、蛋白质及 脂类等。

细胞质膜 与原核生物基本相同,但含有固醇。 细胞核 具有核膜、核仁、和染色体,核膜上有 大量核孔。

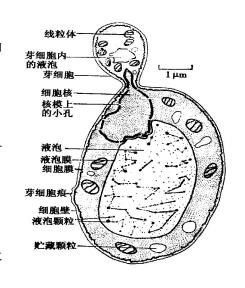


图 2.16 电镜下看到的正在 芽殖的酿酒酵母细胞

细胞质 含有大量 RNA、核工业糖体、中心体、线粒体、中心染色质、内质膜、液泡等。

内含物 在老龄菌中有因营养过剩而形成一些内含物,如:异染颗粒、肝糖,脂肪粒、蛋白质和 多糖。

二、繁殖方式

1、 无性繁殖

芽殖(budding): 出芽繁殖是酵母菌进行无性繁殖的主要方式。成熟的酵母菌细胞,先长出一个小芽,芽细胞长到一定程度,脱离母细胞继续生长,尔后双形成新个体。

有多边出芽、两端出芽、和三边出芽。

芽裂: 母细胞总在一端出芽,并在芽基处形成隔膜,子细胞呈瓶状。这种方式很少。

裂殖(fission):少数种类的酵母菌与细菌一样,借细胞横分裂而繁殖。

2、 有性繁殖

酵母菌以形成子囊孢子进行有性繁殖。

当酵母菌发育到一定阶段,两个性别不同的细胞(单倍体核)接近,各伸出一个小的突起而相互接触,使两个细胞结合起来。然后接触处细胞壁溶解,两个细胞的细胞质通过所形成的融合管道进行质配,两个单倍体核也移至融合管道中发生核配形成二倍体核的接合子。接合子可在融合管道的垂直方向形成芽细胞,然后二倍体核移入芽细胞内。此二倍体细胞可以从融合管道上脱离下来,再开始二倍体营养细胞的生长繁殖。很多酵母菌细胞的二倍体细胞可以进行多代的营养生长繁殖,因而酵母菌的单倍体、双倍体细胞都可以独立存在。

在合适的条件下接合子经减数分裂,双倍体核分裂为4~8个单倍体核,其外包以细胞质逐渐形成子囊孢子,包含在由酵母菌细胞壁演变来的子囊中。子囊孢子又可萌发成单倍体营养细胞。

三、 生产上常用的酵母菌

啤酒酵母(Saccharomyces cerevisiae)发酵,食药用,提取多种生物活性物质。

假丝酵母 (Candida) 饲料

白地霉(Geotrichum candidum)饲料,食用,或药物提取。

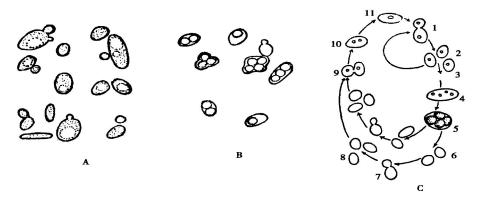


图 2.17 酿酒酵母 (Saccharomyces cerevisiae)
A. 细胞及出芽繁殖 B. 子囊孢子 C. 生活史
1. 芽殖 2. 二倍体细胞 (2N) 3. 减数分裂 4. 幼子囊 5. 成熟子囊
6. 子囊孢子 7. 芽殖 8. 营养细胞 (N) 9. 结合 10. 质配 11. 核配

§3丝状真菌—霉菌(molds)

非分类名词,丝状真菌统称。通常指菌丝体发达而又不产生大型子实体的真菌。

一、 霉菌的形态结构:

1、 菌丝和菌丝体

霉菌是异养的真核生物,具有丝状或管状结构,单个分支称为菌丝(hyphae)。菌丝形成的网络状结构称为菌丝体(mycelium)。菌丝由坚硬的含壳多糖的细胞壁包被,内含大量真核生物的细胞器。霉菌是丝状的、无光合作用的、营异养性营养的真核微生物。其细胞基本单位是菌丝(图 2.18)。

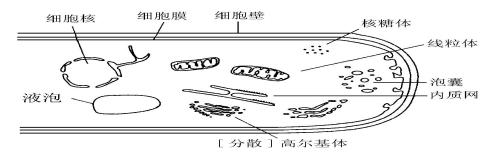


图 2.18 真菌菌丝结构

这是一种管状细胞,由坚硬的含壳多糖的细胞壁包被。菌丝通过顶端生长进行延伸,并多次重复分支而形成微细的网络结构,称为菌丝体。在原生质膜包被的菌丝细胞质中有核、线粒体、核糖体、高尔基体以及膜包被的囊泡。亚细胞结构由微管和内质网支持和组构。菌丝内细胞质的组分趋向于朝生长点的位置集中。菌丝较老的部位有大量液泡,并可能与较幼嫩的区域以横隔(称为隔膜)分开。

菌丝分有隔菌丝和无隔菌丝两种 (图 2.19):

有隔菌丝 有隔菌丝中有横隔膜将菌丝分隔成多个细胞,在菌丝生长过程中细胞核的分裂伴随着细胞的分裂,每个细胞含有1至多个细胞核。横隔膜可以使相邻细++++胞之间的物质相互沟通。

无隔菌丝 菌丝中无横隔膜,整个细胞是一个单细胞,菌丝内有许多核,在生长过程中只有核的分裂和原生质量的增加,没有细胞数目的增多。

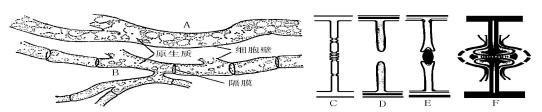


图 2.19 真菌的菌丝和有隔菌丝隔膜的类型 A. 无隔菌丝 B. 有隔菌丝 C-F. 有隔菌丝横隔膜的类型

2、 真菌细胞壁结构及生长

真菌的细胞壁是由多层半晶体壳多糖微原纤维镶嵌在无定型的β-葡聚糖基质中而形成的坚硬结构,也可含某些蛋白质。菌丝生长发生在顶端,通过菌丝顶端的细胞膜与囊泡的融合而生长(图 2.20),囊泡内含来自高尔基体的聚合化酶、细胞壁单体酶及软化细胞壁的酶。真菌细胞壁被软化,在膨压的作用下延伸,然后变坚硬。

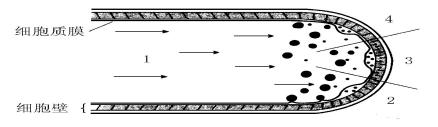


图 2.20 菌丝的顶端生长。1. 泡囊移向菌丝顶端; 2. 细胞壁裂解酶破坏细胞壁上的小纤维, 膨压作用引起胞壁延伸; 3. 无定型的细胞壁聚合体及前体穿过纤维层; 4. 细胞壁合成酶重新修复细胞壁纤维。

隔膜是横壁,形成于菌丝体内。低等真菌的生长并不随之形成隔膜,只有在菌丝体形成繁殖结构时才出现隔膜,而且这种隔膜是完全无孔的。在高等真菌中,菌丝体的生长伴随着不完全隔膜的形成。子囊菌纲的隔膜上有穿孔,并被内质网膜覆盖,以限制大的细胞器如细胞核从一个室游动到另一个室。这种结构称为陷孔隔膜(dolipore septum)。在双核的担子菌纲中,隔膜的形成与2个交配的核的分离是协同进行的,此双核状态是在形成锁状联合(clamp connection)时形成的。这些隔膜与子囊形成中产囊丝钩(crozier)的形成类似。

3、 真菌分类学

过去认为真菌是多源性的类群,所包含的微生物具有不同的祖先。现在则倾向于单源性分类,认为同一亚门中的所有类群来自于一个祖先。依据形态学及有性生殖,目前把真菌分成4个亚门。

接合菌亚门和壶菌亚门称为低等真菌。低等真菌的营养菌丝体是无隔膜的,完整的隔膜仅见于繁殖结构。无性繁殖通过形成孢子囊,有性繁殖则通过形成接合孢子。

另外两亚门称为高等真菌,它们有更加复杂的菌丝体和复杂的、有穿孔的隔膜。分为子囊菌亚门和担子菌亚门。子囊菌亚门产生无性的分生孢子和在一种叫子囊的囊形细胞中产生有性的子囊孢子。担子菌亚门中的真菌几乎不产生无性孢子,而是在复杂的子实体上形成棒形的担子,在担子上产生有性孢子。

第五大类群属于更高等的真菌,它包含所有与有性生殖无关的类型,称为半知菌亚门。

每一亚门真菌又分为若干纲,其结尾的字母为-etes,例如,担子菌纲 (Basidiomycetes),纲中又分若干亚纲或目,以-ales 结尾,其下又分属和种,真菌间用于分类鉴定的最主要区别概括于表 2.8。

类群	是否具有穿孔隔膜	无性孢子形成	有性孢子形成
低等真菌			
接合菌亚门	无	非游动性的孢囊孢子	接合孢子
壶菌亚门	无	可运动的游动孢子	卵孢子(oospore)
高等真菌			
子囊菌亚门	有	分生孢子	子囊孢子(ascospore)
担子菌亚门	有	罕见	担孢子(basidiospore)
半知菌亚门	有	分生孢子	无

表 3.1 真菌各主要类群的特征

4、 菌落特征

菌落生长 菌丝顶端的生长使得真菌可以从一个点或一个接种物(inoculum)向新的区域延伸。老的菌丝通常缺乏内含物,因为细胞质流向生长点。这使得在琼脂板上的菌落呈放射状(见图 2.21),在感染的皮肤上呈环癣状,在草地上呈蘑菇圈状。

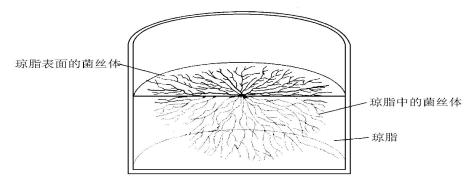


图 2.21 丝状真菌的群体生长模式

菌落特征 霉菌菌落疏松,呈绒毛状、絮状或蜘蛛网状,比细菌菌落大几倍到十几倍;霉菌孢子的形状、构造和颜色以及产生的色素使得霉菌菌落表现出不同结构和色泽特征。

5、 菌丝的特异化结构(见图 2.22)

假根 是根霉属(Rhizopus)真菌的匍匐枝与基质接触处分化形成的根状菌丝,在显微镜下假根的颜色比其它菌丝要深,它起固着和吸收营养的作用。

吸器 是某些寄生性真菌从菌丝上产生出来的旁枝,侵入寄主细胞内形成指状、球状或丛枝状结构,用以吸收寄主细胞中的养料。

菌核 是由菌丝团组成的一种硬的休眠体,一般有暗色的外皮,在条件适宜时可以生出分生孢子梗、菌丝子实体等。

子实体 是由真菌的营养菌丝和生殖菌丝缠结而成的具有一定形状的产孢结构,如伞菌的子实体 呈伞状。

二、繁殖方式

生活周期

所有的真菌都经过一个营养生长期,菌丝体在基质上生长。这一阶段后则是无性和有性繁殖,而在4个亚门中又各不相同。

四类真菌中的每一类群在其生活周期中均有独特性。真菌的特点是都有一个营养生长时期,这时它们的生物量增加。而在孢子形成之前,其时间的长短以及所需生物量的多少则有多种变化。几乎所有真菌都以产生孢子进行繁殖,但有一些真菌已经丧失了所有产孢结构,而形成不育菌丝体。生活周期的不同阶段产生不同类型的孢子。

1、 壶菌纲(鞭毛菌)的繁殖

壶菌纲的无性繁殖通常是在孢子囊中形成能动的(motile)、有单鞭毛的游动孢子,有性繁殖是形成卵孢子。

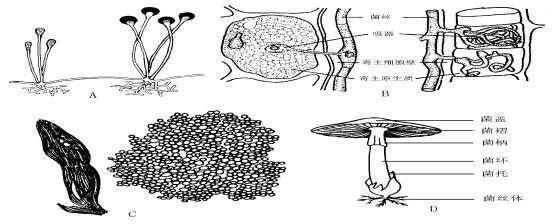


图 2.22 真菌菌丝的几种特殊形态 A. 假根 B. 吸器 C. 菌核 D. 子实体

壶菌与其他真菌区别极为明显,因为它们具有极为简单的枝(thalli)和能游动的游动孢子。其中一些种类简单到了在宿主细胞内(内生型的)或在宿主细胞上(外生型的)只含有一单个的营养细胞,整个细胞转变成一个含有许多孢子的结构即孢子囊。这种方式称为整体产果式(holocarpic)。

这一群中的其他种类则有比较复杂的形态,有假根及简单的菌丝体。壶菌的无性繁殖是通过在孢子囊中产生能动的游动孢子,孢子囊以完全隔膜与营养菌丝隔离。游动孢子具有单根后生鞭毛。在一些壶菌中,有性繁殖是形成二倍体孢子,其形成或是通过单倍体细胞的体细胞融合,或是两种不同配子型的菌丝体融合,或是两种游动配子的融合,或是一个游动配子和一种不动卵的融合(图 2.23)。产生的孢子可能经过减数分裂产生单倍体的菌丝体,或是萌发产生一个二倍体的营养菌丝体,通过产生

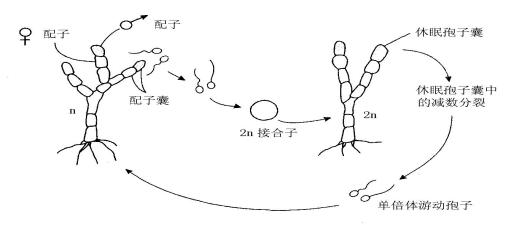


图 2.23 壶菌的生活周期

二倍体游动孢子的方式进行无性繁殖。二倍体菌丝体也可产生休眠孢子囊,在孢子囊中发生减数分裂,产生单倍体的游动孢子,然后萌发产生单倍体的营养菌丝体。

2、接合菌纲的繁殖

接合菌纲的无性繁殖是在孢子囊中形成非游动的孢囊孢子,有性繁殖是形成接合孢子。

在低等真菌中,无性繁殖开始于气生菌丝。此时气生菌丝的顶端,成为孢子囊梗,以一种称作囊轴(columella)的完全隔膜与营养菌丝相隔离(图 2.24)。顶端的细胞质分化形成一个孢子囊,内含许多无性孢子。这些孢子中含有单倍体的核,来自于营养菌丝体中核的反复有丝分裂。孢子借助风或水进行传播。在有性繁殖中,不同交配类型的 2 个核在一个称为接合孢子的特化细胞中融合(图 2.24)。在一些种类中,不同的交配型的核可能是在一个菌丝体中(同宗配合)。在另一些种类中,必须具有不同交配型核的两个菌丝体才能融合(异宗配合)。这两种情况下,融合发生在经修饰的菌丝顶端之间称作原配子囊(progametangia)的区域,一旦发生融合,便称作接合孢子。在正在发育的接合孢子中发生减

数分裂,通常3个核退化,仅有一个核存留在萌发的菌丝体中。

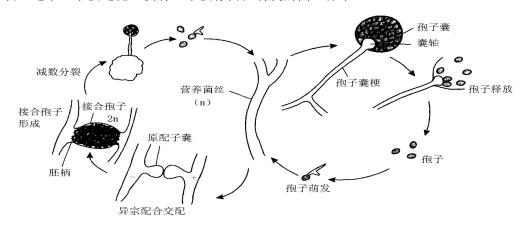


图 2.24 接合菌纲的典型生活周期

3、子囊菌纲的繁殖

子囊菌纲真菌的无性繁殖是通过在菌丝顶端形成分生孢子。有性繁殖是通过形成子囊孢子。

在子囊菌纲的营养阶段,其生活周期的延续是通过形成无性孢子,这些称作分生孢子的单个孢子来自气生菌丝顶端形成的称作分生孢子梗的结构(图 2.25)。这些孢子被一完全横隔壁隔离,随后是孢子的分化,称为体殖孢子的形成(thallic spore formation)(图 2.25a)。大多数情况下是菌丝顶端的壁延伸,称为芽孢子的形成(blastic sporeformation)(图 2.25b)。这些孢子可以是单细胞的,内含单倍体核,也可是多细胞的,含有几个来自有丝分裂的单倍体核。

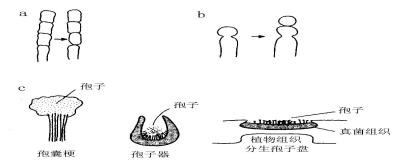


图 2.25 子囊菌纲的无性繁殖: a 体殖孢子的形成; b 芽生孢子的形成; c 分生孢子的聚集体

孢子可以由单独的、未经包被的分生孢子梗产生,也可以由大至肉眼可见的聚集体产生(图 2.25c)。 分生孢子梗可以聚集形成柄状结构,产生的孢子露在顶端(菌丝束或孢梗束)。另一种情况,数量不同 的不育真菌组织,可以保护分生孢子,就像在瓶状的分生孢子器中。一些种类在植物组织中产生分生 孢子,分生孢子的聚集体以一种杯状分生孢子盘或垫形式分生孢子座形式穿出植物表皮。

这一类群真菌的有性繁殖,发生在不同的交配型菌丝体体细胞融合之后。经过一个短暂的二倍体期后紧接着子囊孢子形成,这是在修饰后的菌丝顶端分化成的囊状子囊中发生的。在子囊发育的最初时期,形成钩状的 菌丝顶端,据其形态称之为产囊丝钩(crozier)或牧羊杖(shepherds' crooks)。 其基部形成特殊的隔膜以保证 2 个不同交配型核能保持在末端细胞内。隔的形成与核分裂相一致(图 2.26)。在酵母菌中所有这些都发生在一个细胞中,2 个交配型细胞融合后,整个细胞转变成一个子囊。

在较复杂一些的子囊菌纲中,许多子囊在一起形成,成为一个能育组织,称为子实层,在一些类群中,子实层可被大量的营养菌丝体支撑或包被。整个结构称作子实体,作为主要的分类学特征(图 2.27)。它们可长得足够大,以致能肉眼可见。瓶状的有性繁殖体称为子囊壳(Pdthecia),杯状繁殖体称子囊盘(aPD6Leia),封闭的繁殖体称闭囊壳(cleistodhecia)。这些结构均参与保护子囊并协助其孢子传播,但子实层并不受水的影响。

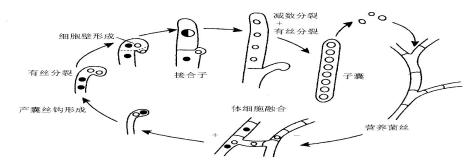


图 2.26 子囊菌纲的有性繁殖

4、 担子菌纲的繁殖

担子菌纲的真菌很少进行无性繁殖。有性繁殖则是通过在巨大子实体的菌褶或陷孔中形成担孢子。

这一类群真菌的特点是具有最复杂和最大的结构。它们也以极少产生无性孢子而著称。生活周期的大部分为营养菌丝体形式,可利用复杂的基质。有性繁殖开始的先决条件是通过相容性菌丝的融合获得2个交配型核。2个交配型核单独存在,并存留在延伸期的每个菌丝细胞内,称为双核期。该时期的维持需要在生长过程中形成复杂的隔膜和核的分裂。

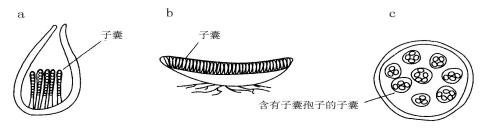


图 2.27 子囊菌纲有性子实体的结构: a 子囊盘; b 子囊壳; 闭囊壳

有性孢子形成的第一步是由环境条件和子实体原基的开始形成而引发的。双核菌丝体延伸并分化形成大的子实体,我们称其为蘑菇和毒草(toad-stool)。在修饰的菌丝顶端形成二倍体并进行减数分裂称为担子(图 2.28)。



图 2.28 担子的形成

担子发芽长出 4 个孢子,担子在一起构成一子实层,对自由水极为敏感。子实层生长在不育的双核支撑组织上可避免雨水冲刷。子实层可存在于子实体下面的菌褶或小孔中,如各种毒蕈和檐状菌(bracket fungi),或在封闭在小室中,如各种马勃(puffball)和块菌(truffle)(见图 2.29)。

三、 农业上常见的霉菌

接合菌亚门:毛霉、根霉

壶菌亚门:绵霉

子囊菌亚门: 酵母菌、脉孢菌、赤霉

担子菌亚门 (参见蕈菌): 蘑菇、牛肝菌、灵芝、木耳

半知菌亚门: 曲霉、青霉、木霉、头孢霉

§4 蕈菌 (mushroom)

蕈菌包括食用真菌和药用真菌两大类,在分类上分属于子囊菌纲和担子菌纲,具有丰富的营养价值和药用价值。

一、 形态结构

1、 单核菌丝和双核菌丝

蕈菌菌丝分为单核菌丝和双核菌丝

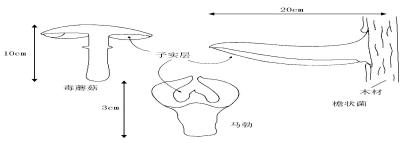


图 2.29 担子菌纲有性子实体的结构

单核菌丝 由担孢子萌发形成的菌丝,其细胞内含有一个细胞核,也称为初生菌丝。它通常是不能结实的。

双核菌丝 两条相同或不同的单核菌丝发生细胞质融合,而核不融合。细胞内含有两个核的 称为双核菌丝。亦叫次生菌丝或二级菌丝。

在大多数蕈菌中,双核菌丝的隔膜处有一个锁状突起叫锁状联合,它是双核菌丝所具有的结实性 标志,即能产生子实体。

2、 子实体和担孢子的形成

子实体 具有锁状联合的双核菌丝,发育到一定阶段,达到一定生理成熟时,可产生果实和种子,这种结构称为子实体。子实体就是常称为菇和耳的食用部分,是蕈菌的繁殖器官。

担孢子 在蕈菌的有性繁殖过程中,双核菌丝的顶端细胞发育成担子,在担子上形成的有性孢子 称为担孢子。

二、中国食用和药用大型真菌

(一)食用真菌

- 1、种类资源: 担子菌 675 种, 子囊菌 45 种。通常栽培的仅 10 多种。
- 2、营养:蛋白含量高,AA 多达 18 种左右,特别是人体必需 AA。还含有多种维生素、糖类和矿物质。Lys 含量一般较高。
- 3、栽培:发展栽培同时,重视采用菌丝体的深层培养,特别是风味特殊而鲜美的种类。菌丝体培养物可新鲜食用,或冷冻干燥成粉,制成食品。

目前栽培广而产而产量大的品种:双孢菇、大肥菇、香菇、草菇、金针菇、侧耳(平菇)、凤尾侧耳、滑菇、银耳、木耳、猴头菌、长裙竹荪等。

培养料来源多且广,棉子壳、锯末、秸杆、蔗渣、酒糟等。

4、应用:食用子实体、菌丝体深层培养。作调味品、香味、饮料等。

(二) 药用真菌

- 1、资源: 担子菌 345 种, 子囊菌 28 种, 其它 11 种。
- 2、应用:有 20 多个方面,主要抗癌、抑菌。目前认为抗癌物质主要是多糖,如香菇多糖、银耳酸性异多糖、芸芝多糖(PSK)、茯苓多糖、猪苓多糖、灵芝多糖等。

细胞型生物小结

真菌、细菌、放线菌比较:

真核、原核区别