

第三章 真核微生物的形态结构与功能

Ä 第一节概述

Ä 第二节酵母菌

Ä 第三节霉菌

真核微生物(eucaryote) :

凡是细胞核具有核膜；能进行有丝分裂；细胞质中存在线粒体或同时存在叶绿体等细胞器的微小生物。

真核微生物包括：

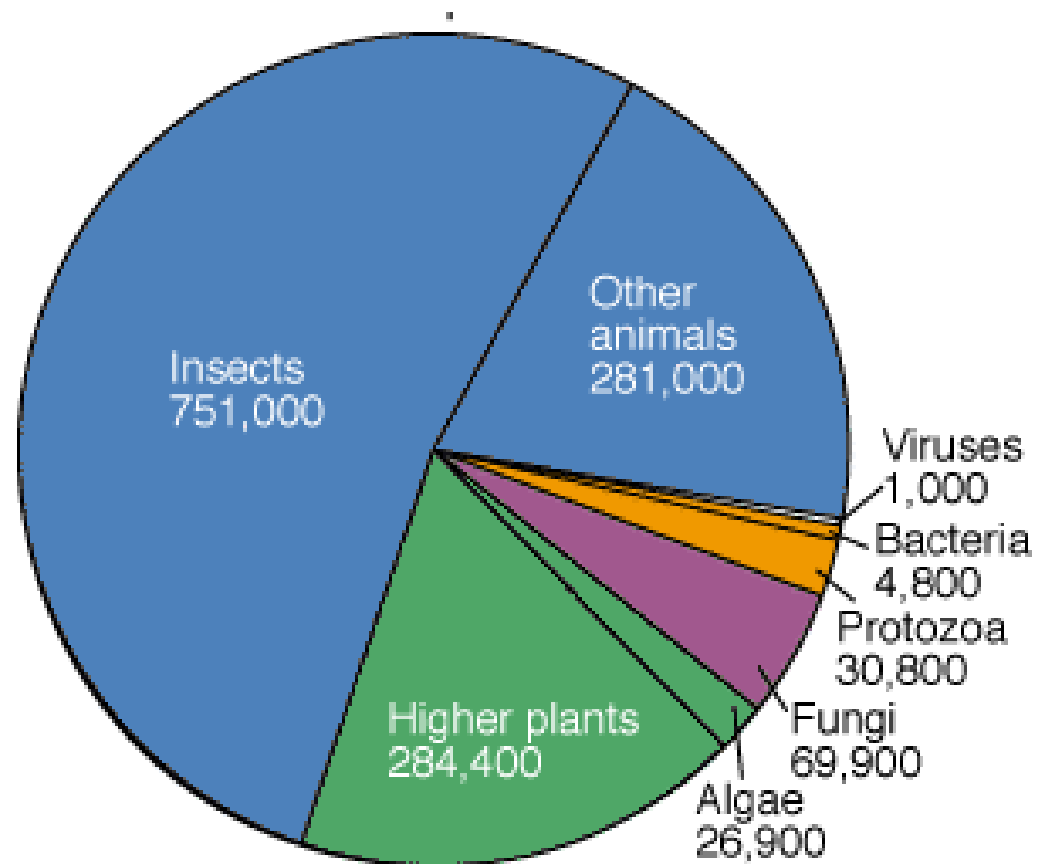
真菌(fungi)

单细胞藻类 (single cell algae)

原生动物(protozoon)

第一节 概述

一、真菌的分布



二、有关真菌的几个名词

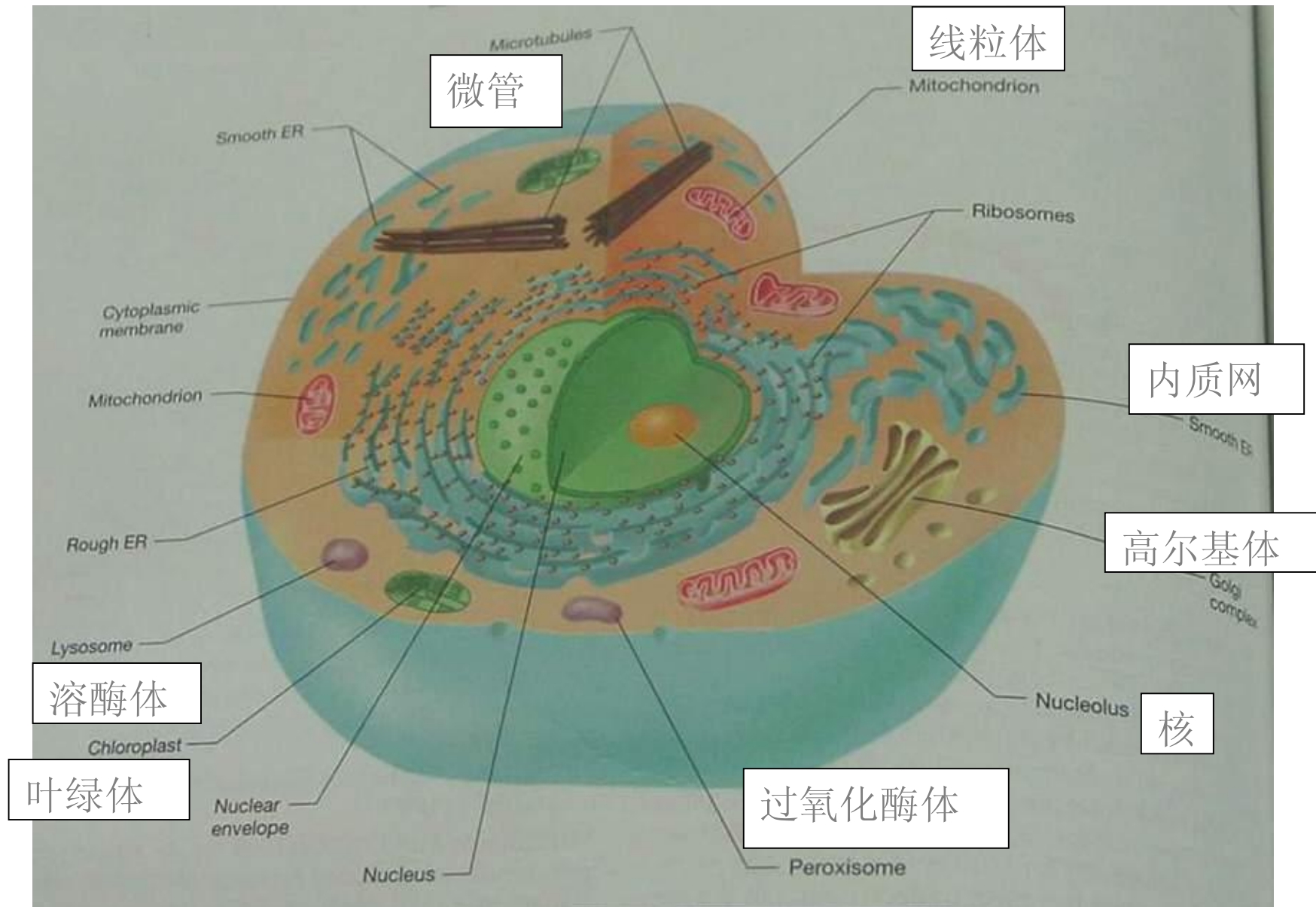
1. **真菌 (fungi)**——真菌是一大类真核微生物，不含叶绿素，无根、茎、叶，营腐生或寄生生活，仅少数类群为单细胞，其余为多细胞，大多数呈分枝或不分枝的丝状体，能进行有性和无性繁殖。
2. **酵母菌 (yeast)**——是一群以芽殖或裂殖来进行无性繁殖的单细胞的真菌。
3. **霉菌 (mould, mold)**——一些“丝状真菌 (filamentous fungi)”的总称。凡生长在营养基质中形成绒毛状、蜘蛛网状或絮状菌丝体的小型真菌，统称为霉菌。
4. **菌物界 (Myceteae)**——是与动、植物界并行的一大类真核生物。

三、真菌的特点：

真菌是一类低等真核生物，

- 1、具有细胞核，进行有丝分裂；
- 2、不进行光合作用；
- 3、以产生有性孢子和无性孢子二种形式进行繁殖；
- 4、不运动；
- 5、营养方式为化能有机营养（异养）、好氧；
- 6、种类繁多，形态各异、大小悬殊，细胞结构多样；

四、真核微生物基本结构



四、真核微生物基本结构

1. 细胞壁 (cell wall)

酵母菌细胞壁主要分三层：

外层为甘露聚糖，
内层为葡聚糖，
中间层蛋白质分子。

霉菌细胞壁含纤维素和/或几丁质。

2. 细胞膜 (cell membrane)

细胞质膜 (cytoplasmic membrane)

与原核细胞的相同点：双层磷脂，蛋白质镶嵌其间

不同点：真核细胞具有固醇类物质 (sterols)，有细胞器 (organelles)

具有吞噬作用 (cytosis)、胞吞作用 (endocytosis)、胞吐作用 (exocytosis)

3.细胞质及内含物 (cytoplasm)(inclusion body)

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, 真核细胞中含有液泡 (vacuole)

4. 细胞核及核糖体(nucleus) (r i b o s o m e)

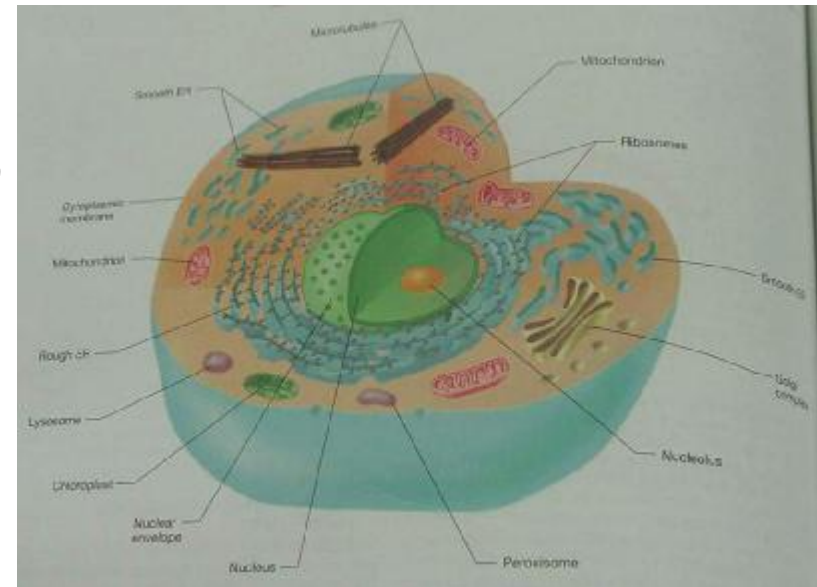
有固定的核，有核膜，膜上有孔，具选择透性。

核糖体为80S

5. 内质网（endoplasmic reticulum, ER）

内质网是真菌细胞中交织分布在细胞质中的膜的管道系统。内质网可起物质传递作用

粗糙型内质网(rough ER)
光滑型内质网(smooth ER)

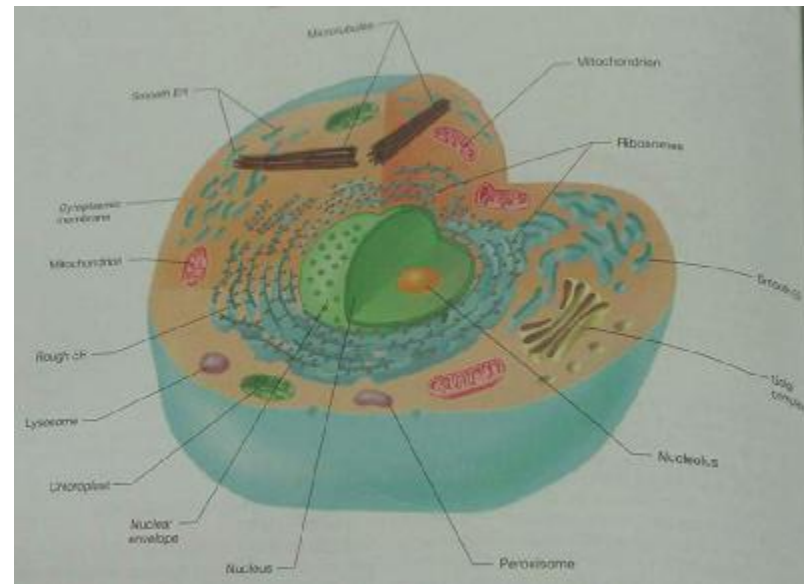


6、高尔基体(Golgi apparatus)

高尔基体由一系列扁平的膜包被的囊(sacs)或潴泡(cisternae)堆积在一起而成。

主要功能：为细胞提供一个内部的运输系统。

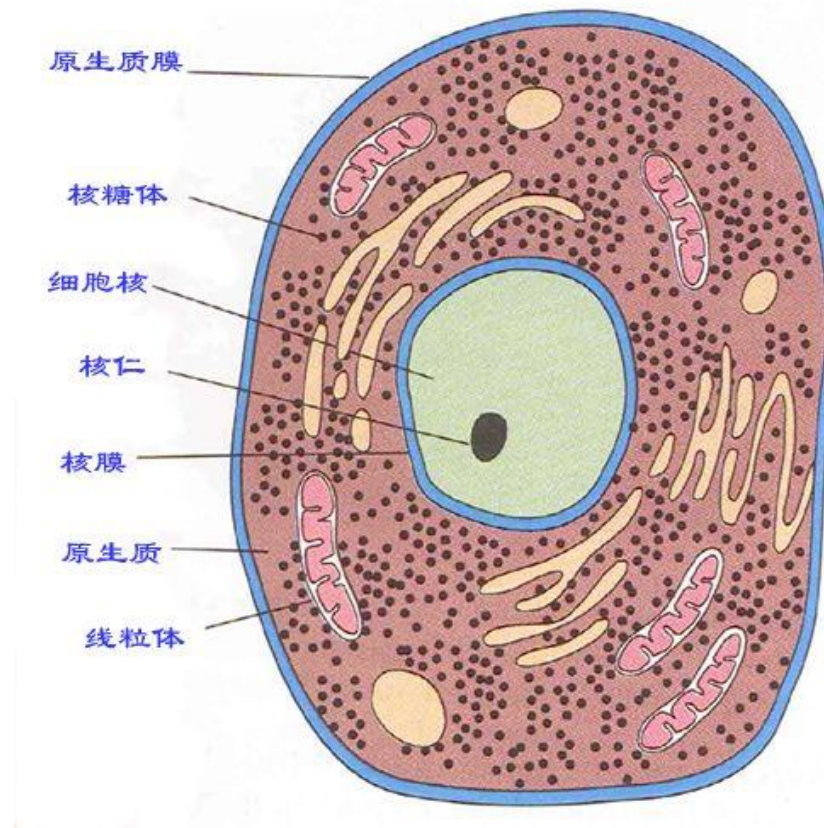
真菌高尔基体有时称为(分散)高尔基体(dictyosomes)。



7. 线粒体 (mitochondrion)

线粒体是细胞进行呼吸作用和氧化磷酸化 (respiration and oxidative phosphorylation) 的重要场所。

ATP产生于附着在线粒体嵴 (**cristae**) 上的颗粒中



8. 膜边体 (plasmalemmasome)

在细胞质膜和细胞壁之间小的质膜结构。

9. 叶绿体 (chloroplast)

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。

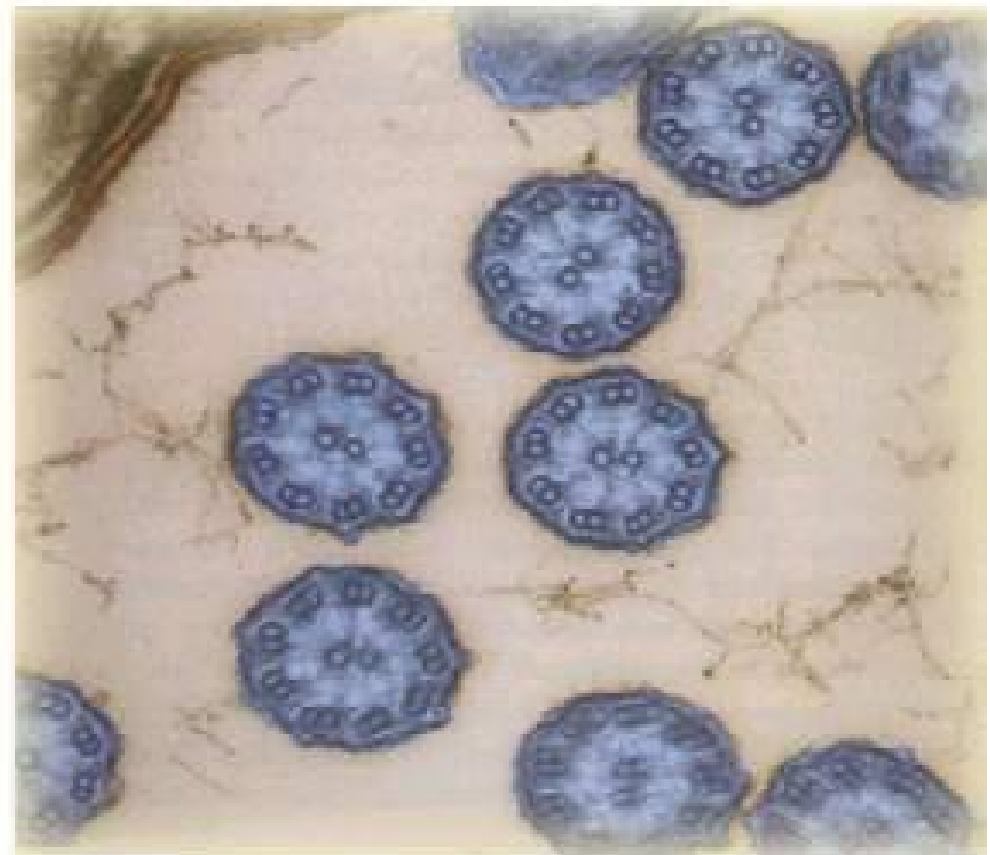
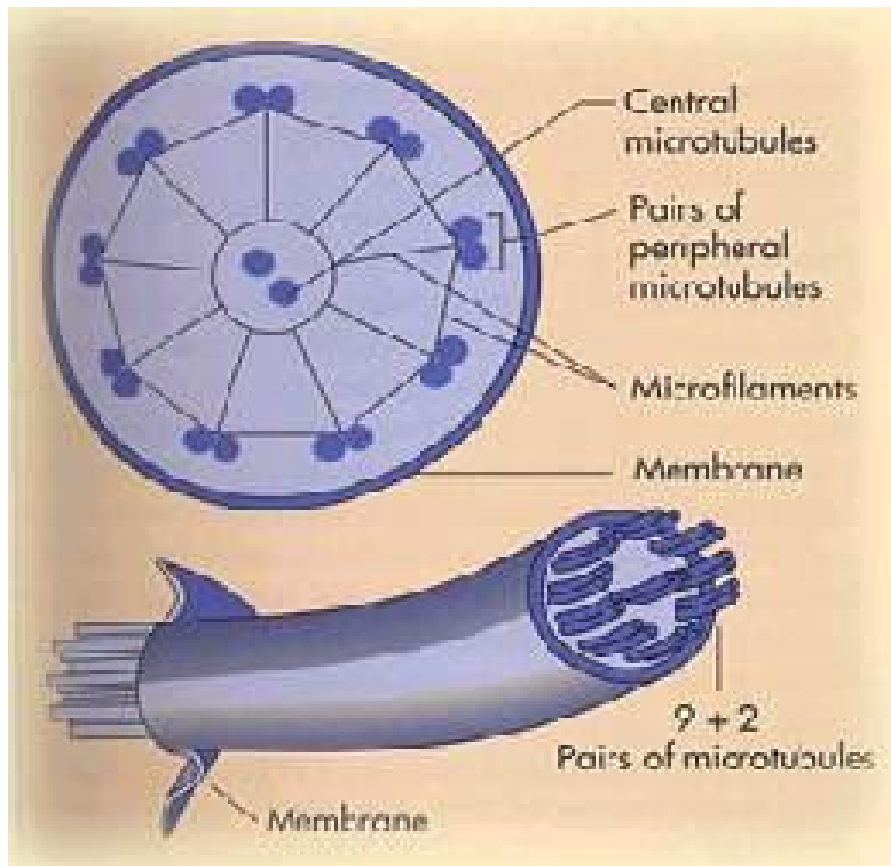
叶绿体组成：
叶绿体膜 (chloroplast membrane)
类囊体 (thylakoid)
基质 (stroma)

9. 鞭毛 (flagella)

原核生物鞭毛与真核的区别:

真核——9+2型

原核——单管状结构 (无外膜)



第二节 酵母菌

一、概述

酵母菌（yeast）泛指能发酵糖类的单细胞的真核微生物。

（一）酵母菌的特点

- ① 个体一般以单细胞状态存在；
- ② 多数营出芽繁殖，也有的裂殖；
- ③ 能发酵糖类产能；
- ④ 细胞壁常含甘露聚糖；
- ⑤ 喜在含糖量较高、酸度较大的水生环境中生长。

（二）分布及与人类的关系

- 1、多分布在含糖的偏酸性环境，也称为“糖菌”。
- 2、重要的微生物资源；
- 3、重要的科研模式微生物；
- 4、有些酵母菌具有危害性；

二、酵母菌的形态结构

(一) 酵母菌的形态和大小

卵圆、圆、圆柱、梨形等单细胞，其细胞直径一般比细菌粗10倍左右。有的酵母菌子代细胞连在一起成为链状，称为假丝酵母。如热带假丝酵母 (*Candida tropicalis*)

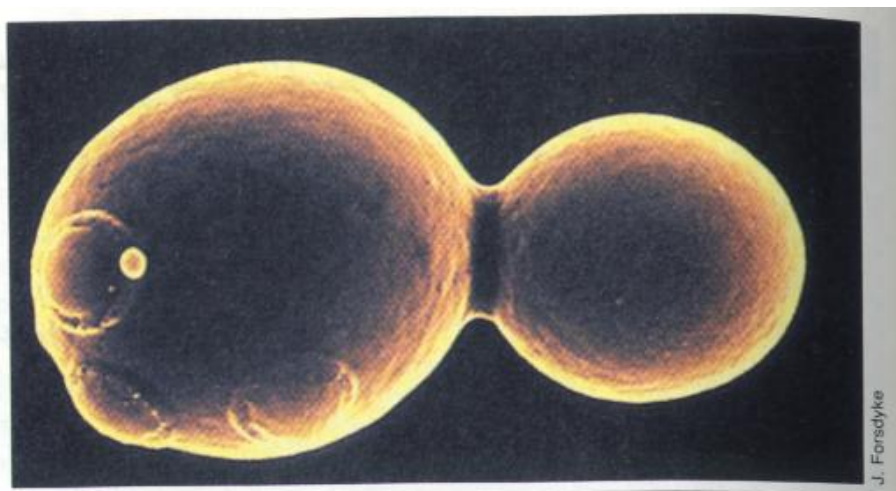


Figure 18.5 Scanning electron micrograph of the common baker's and brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Note the budding division and previous bud scars.

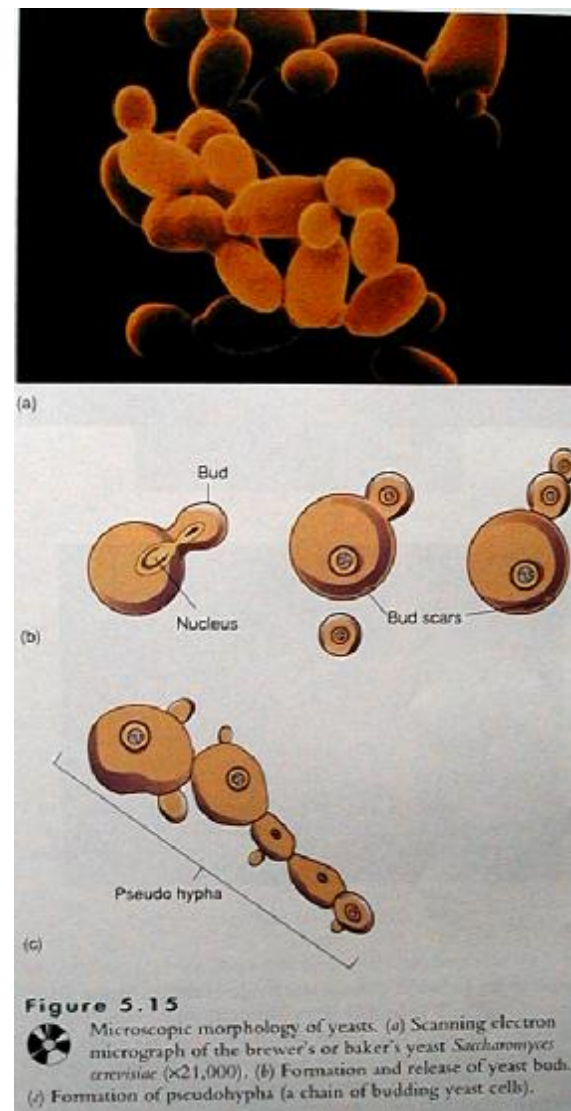
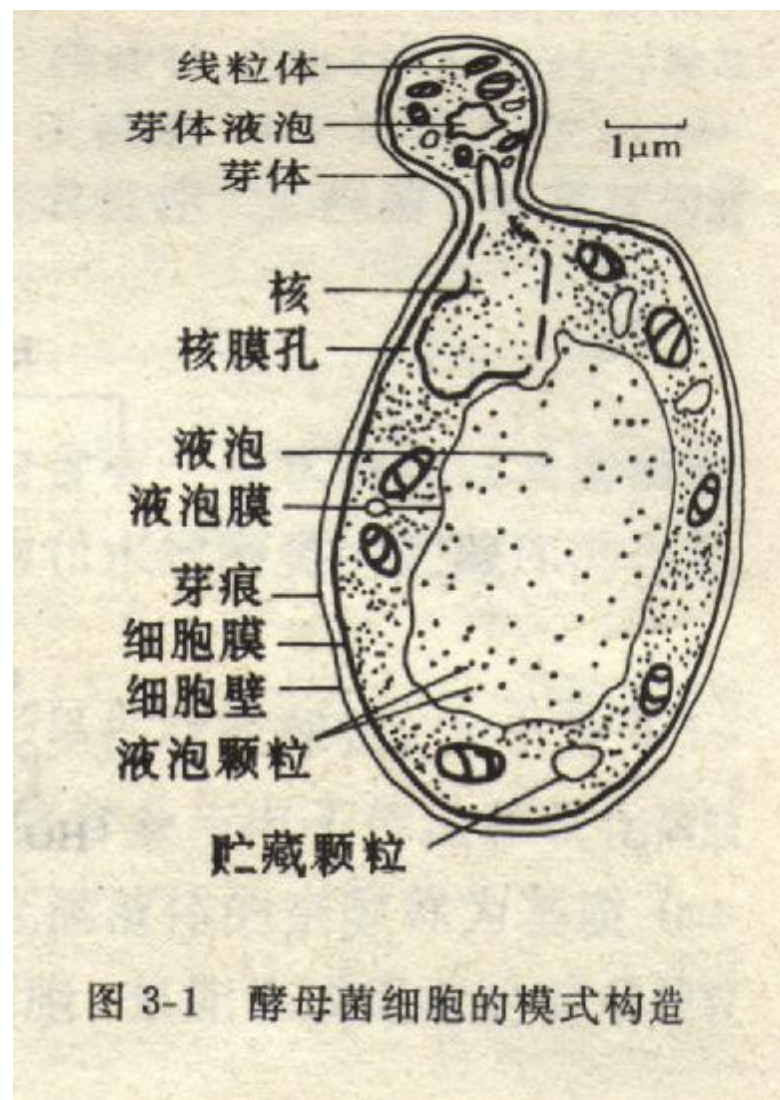


Figure 5.15

Microscopic morphology of yeasts. (a) Scanning electron micrograph of the brewer's or baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* ($\times 21,000$). (b) Formation and release of yeast bud. (c) Formation of pseudohypha (a chain of budding yeast cells).

二、酵母菌的形态结构

(二) 酵母菌的细胞结构



三、酵母菌的繁殖和生活史

(一) 无性繁殖

1、芽殖(budding)

主要的无性繁殖方式，成熟细胞长出一个芽，到一定程度后脱离母体继续长成新个体。

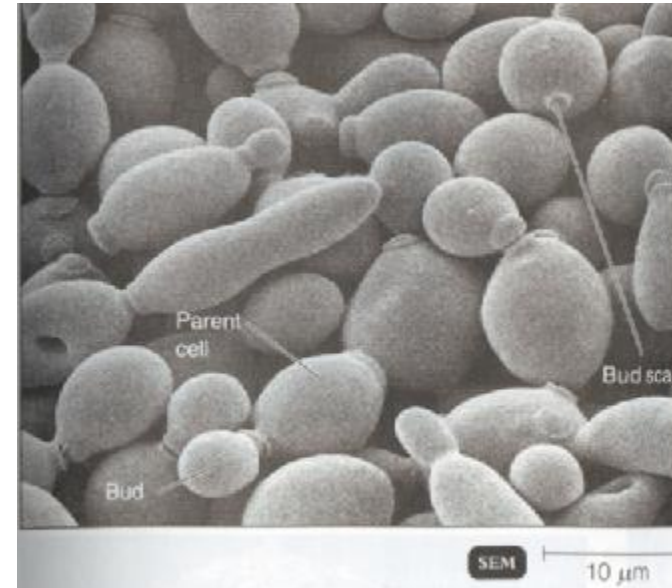
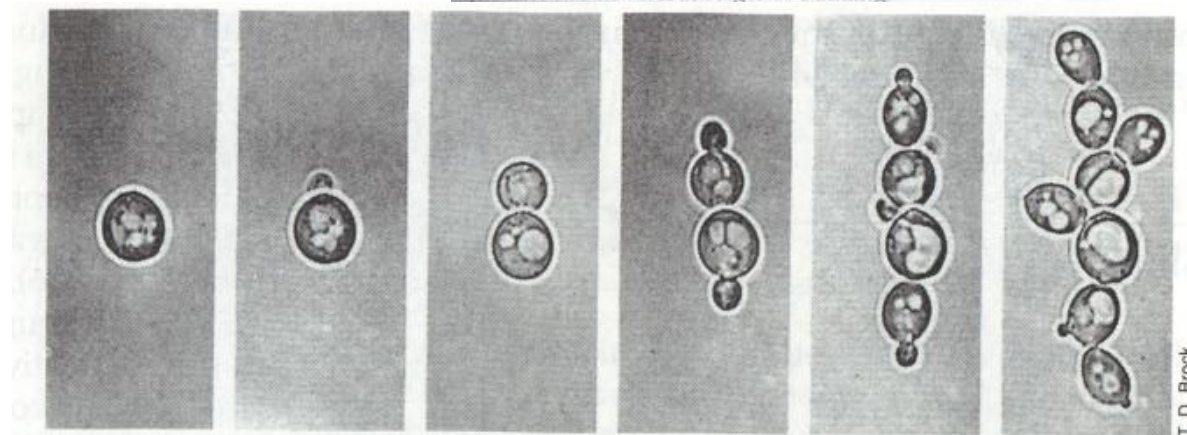


Figure 12.3 A budding yeast. A micrograph of *Saccharomyces cerevisiae* in various stages of budding.

芽痕 (bud scar)

出芽方式：
两端芽殖
周身芽殖
假丝酵母



三、酵母菌的繁殖和生活史

(一) 无性繁殖

2、裂殖(fission)

少数酵母菌可以象细菌一样借细胞横割分裂而繁殖，例如裂殖酵母（Schizosaccharomyces）

3. 产生无性孢子：

掷孢子 (ballistospore)
厚垣孢子(chlamydospore)、
节孢子(arthrospore)

三、酵母菌的繁殖和生活史

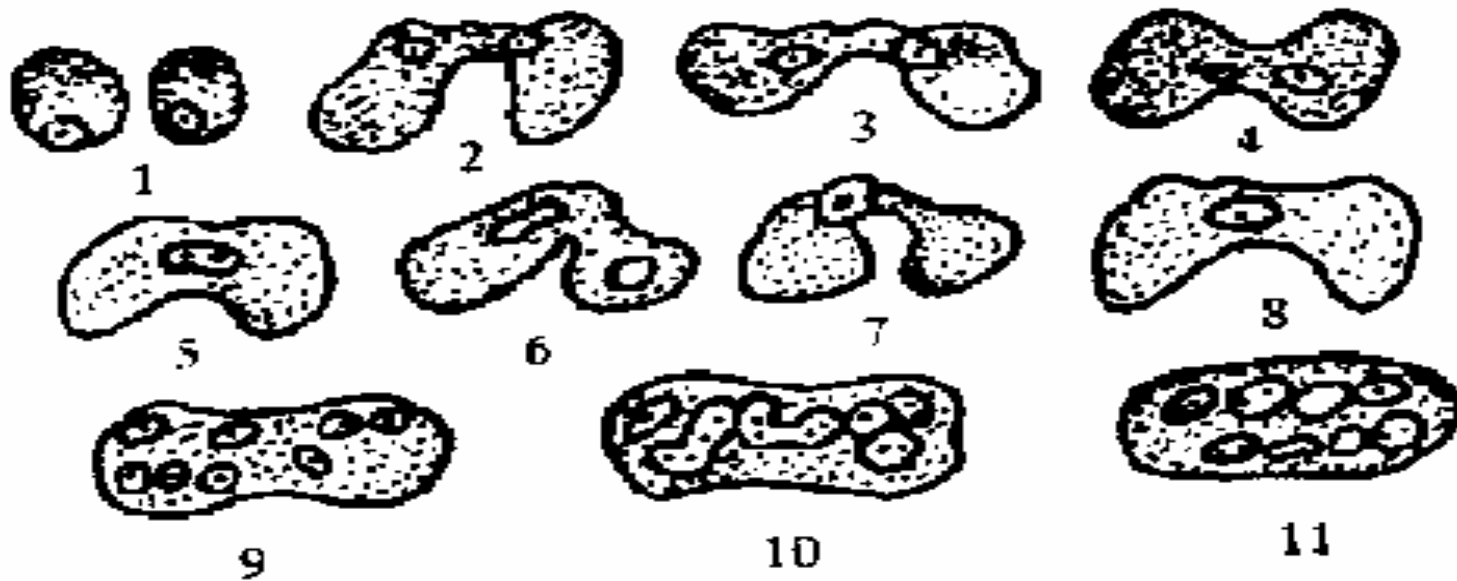
(二) 有性繁殖

酵母菌以形成子囊 (**ascus**) 和子囊孢子(**ascospore**)的形式进行有性繁殖:

- 1) 两个性别不同的单倍体细胞靠近, 相互接触;
- 2) 接触处细胞壁消失, 质配(Plasmogamy);
- 3) 核配(Karyogamy), 形成二倍体核的接合子 (Zygote):
 - A、以二倍体方式进行营养细胞生长繁殖, 独立生活; 下次有性繁殖前进行减数分裂。
 - B、进行减数分裂, 形成4个或8个子囊孢子, 而原有的营养细胞就成为子囊。子囊孢子萌发形成单倍体营养细胞。

三、酵母菌的繁殖和生活史

(二) 有性繁殖



酵母子囊孢子形成过程（有性繁殖）

殖)

1~4. 两个细胞结合

5. 接合子

6~9. 核分裂

10~11. 核形成孢子

三、酵母菌的繁殖和生活史

(三) 酵母的生活史(Lifecycle)

生活史是指生物在一生中所经历的发育和繁殖阶段的全过程。

各种酵母的生活史可分为**三种类型**：

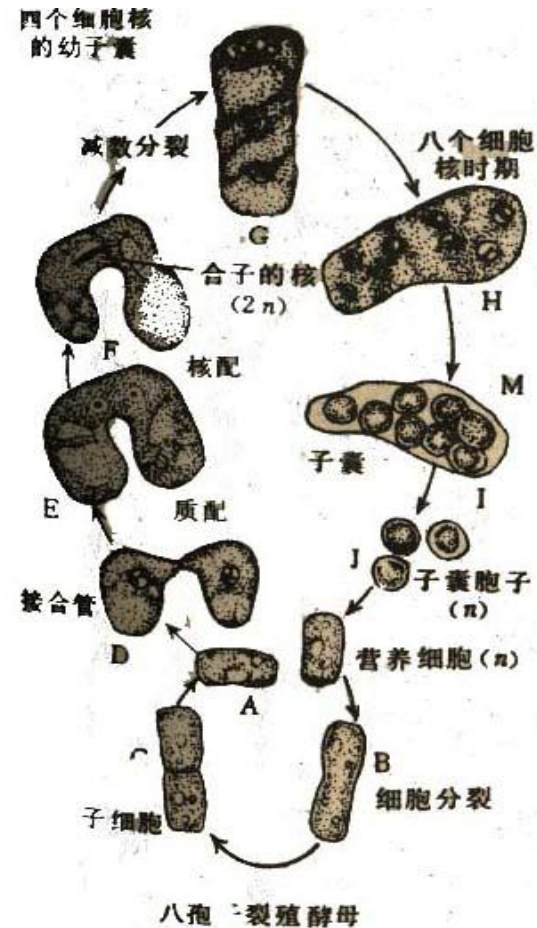
1. 单倍体型
2. 双倍体型
3. 单双倍体型

(三) 酵母菌的生活史

1. 单倍体型

以八孢裂殖酵母为代表

特点：营养细胞是单倍体；无性繁殖以裂殖方式进行；双倍体细胞不能独立生活，故双倍体阶段短，一经生成立即减数分裂。

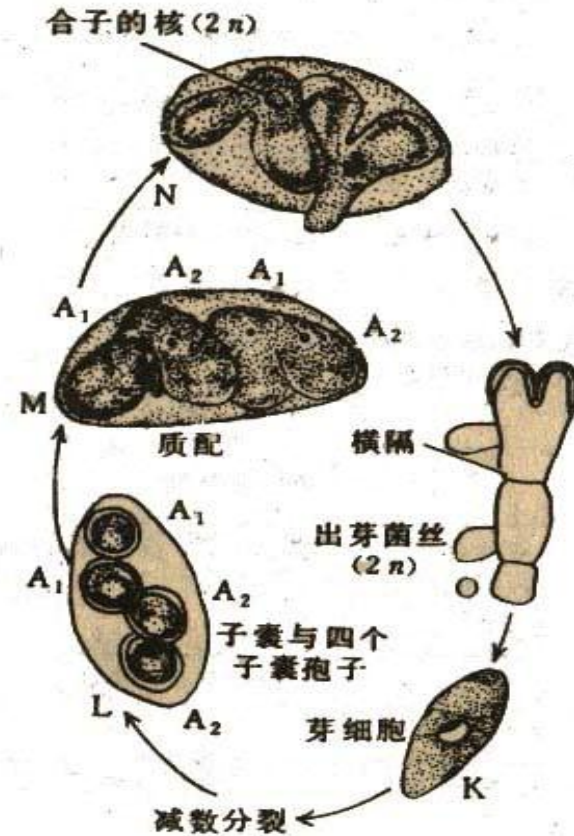


(三) 酵母菌的生活史

2、双倍体型

以路德类酵母为代表

特点：营养体为双倍体，
不断进行芽殖，双倍体
营养阶段长，单倍体的
子囊孢子在子囊内发生
接合。单倍体阶段仅以
子囊孢子形式存在，故
不能独立生活。



路德类酵母

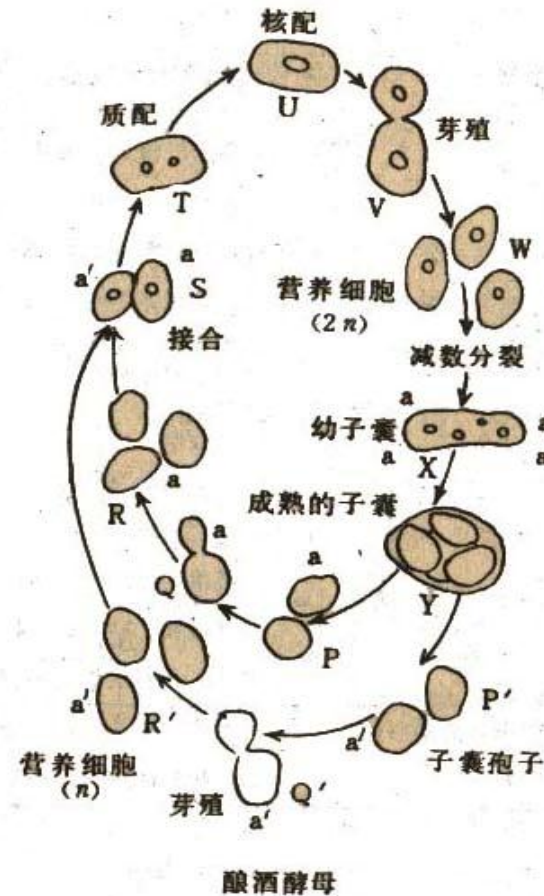
(三) 酵母菌的生活史

3、单双倍体型

以啤酒酵母为代表

特点：单倍体营养细胞和双倍体营养细胞均可进行芽殖。营养体既可以单倍体形式也可以双倍体形式存在；在特定条件下进行有性生殖。

单倍体和双倍体两个阶段同等重要，形成世代交替。



四、酵母菌的菌落

与细菌菌落类似，但一般较细菌菌落大且厚，表面湿润，粘稠，易被挑起，多为乳白色。



五、酵母菌的代表属

1、酵母菌属

例：啤酒酵母和葡萄汁酵母

2、裂殖酵母属

3、假丝酵母属

例：热带假丝酵母、解脂假丝酵母和产朊假丝酵母

4、球拟酵母属

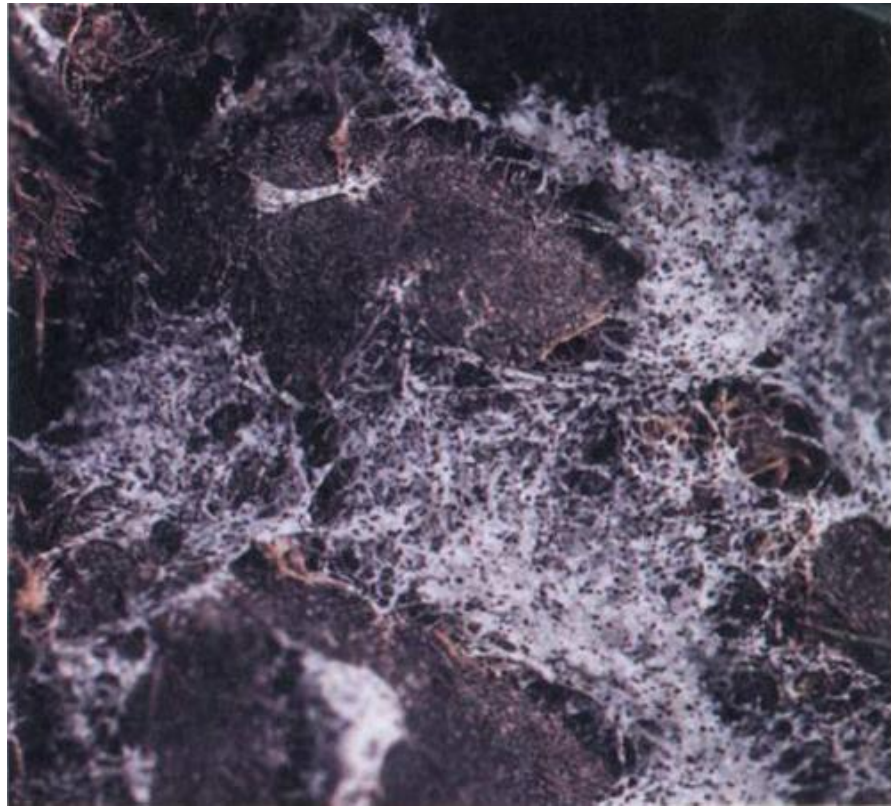
5、红酵母属

6、掷孢酵母属

第二节 霉菌

霉菌（mold）是一些“丝状真菌”的统称，通常指那些菌丝体较发达又不产生大型肉质子实体结构的真菌。

霉菌菌体均由分枝或不分枝的菌丝（hypha）构成。许多菌丝交织在一起，称为菌丝体（mycelium）。



分布特点及与人类的关系

在自然界分布极广；

食物、工农业制品的霉变；

有用物品的生产；

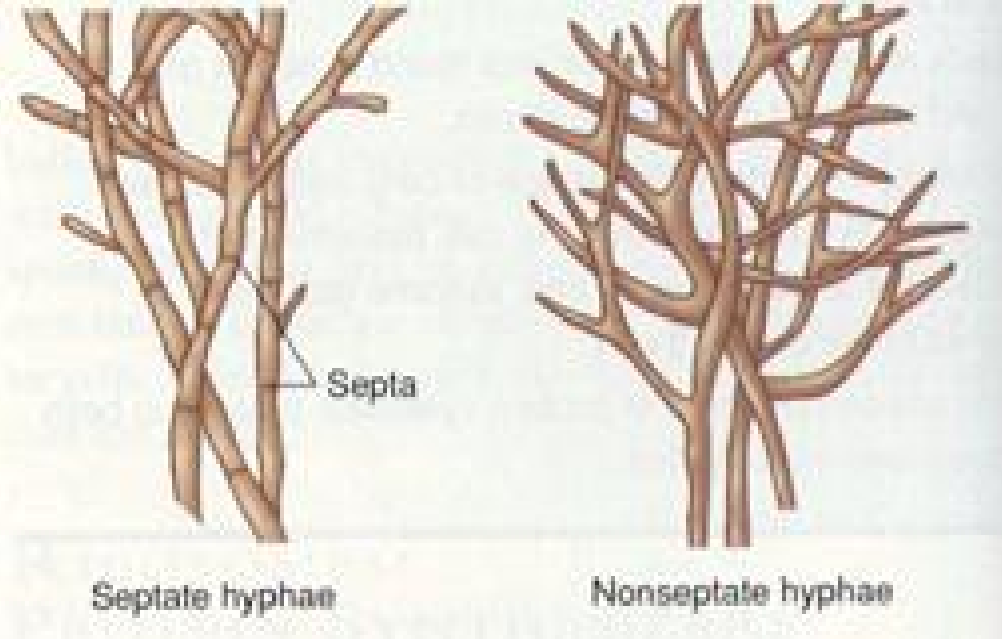
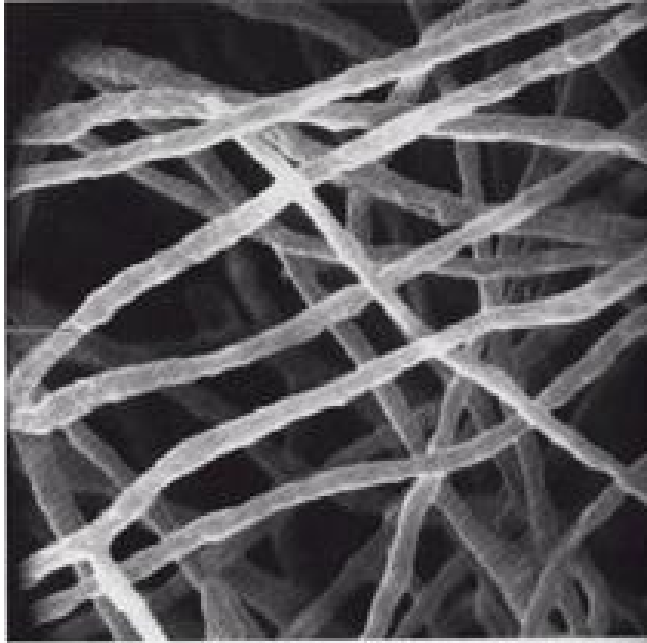
引起动植物疾病；

腐生型霉菌在自然界物质转化中也有十分重要的作用；

一、霉菌的形态结构

1、菌丝(hypha) 构成霉菌营养体的基本单位是菌丝(hypha),
复数 (hyphae)

细胞形态 { 无隔膜菌丝 (nonseptate hypha)
有隔膜菌丝 (septate hypha)



2、菌丝体 (mycelium, 复数(mycelia))

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。

菌丝体分为 {
营养菌丝体(vegetative mycelium)
气生菌丝体(aerial mycelium)
繁殖菌丝体(reproductive mycelium)

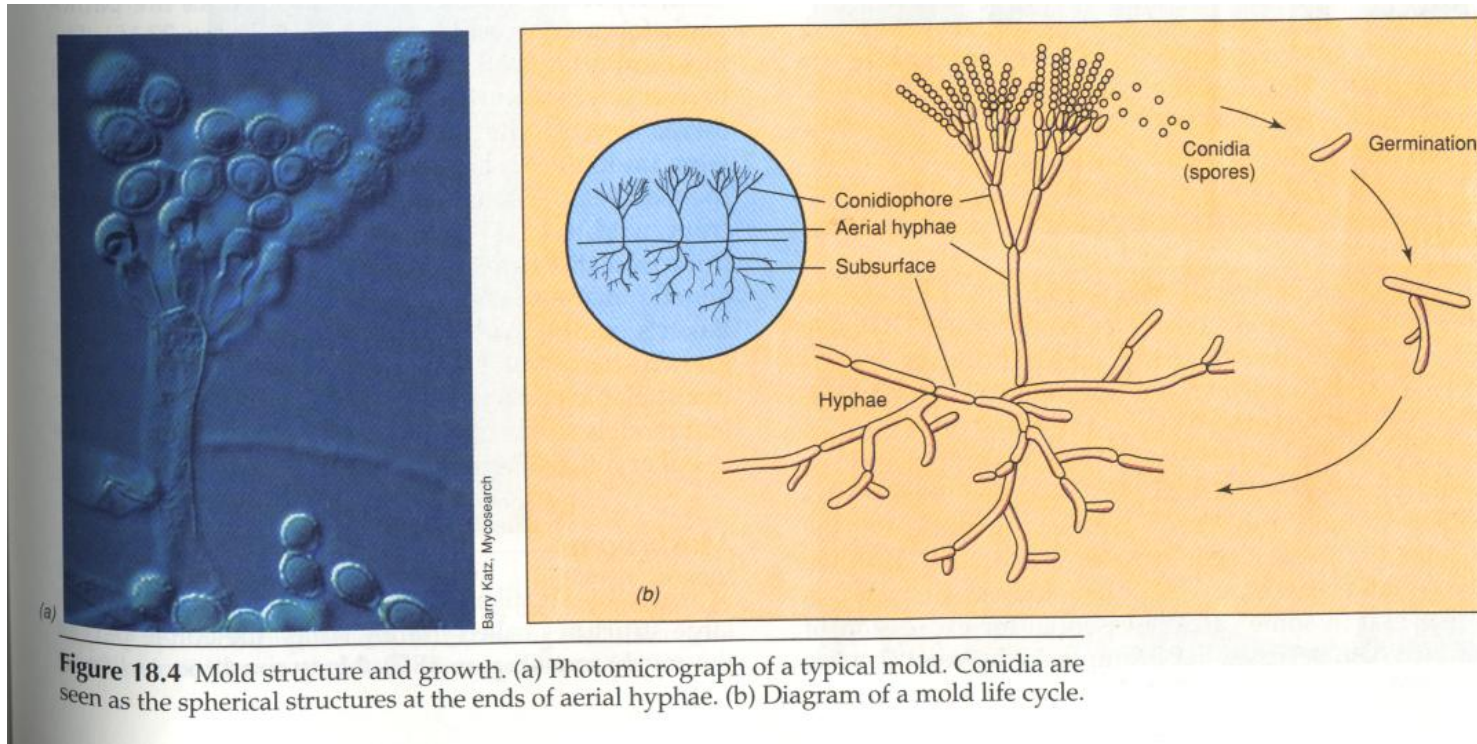


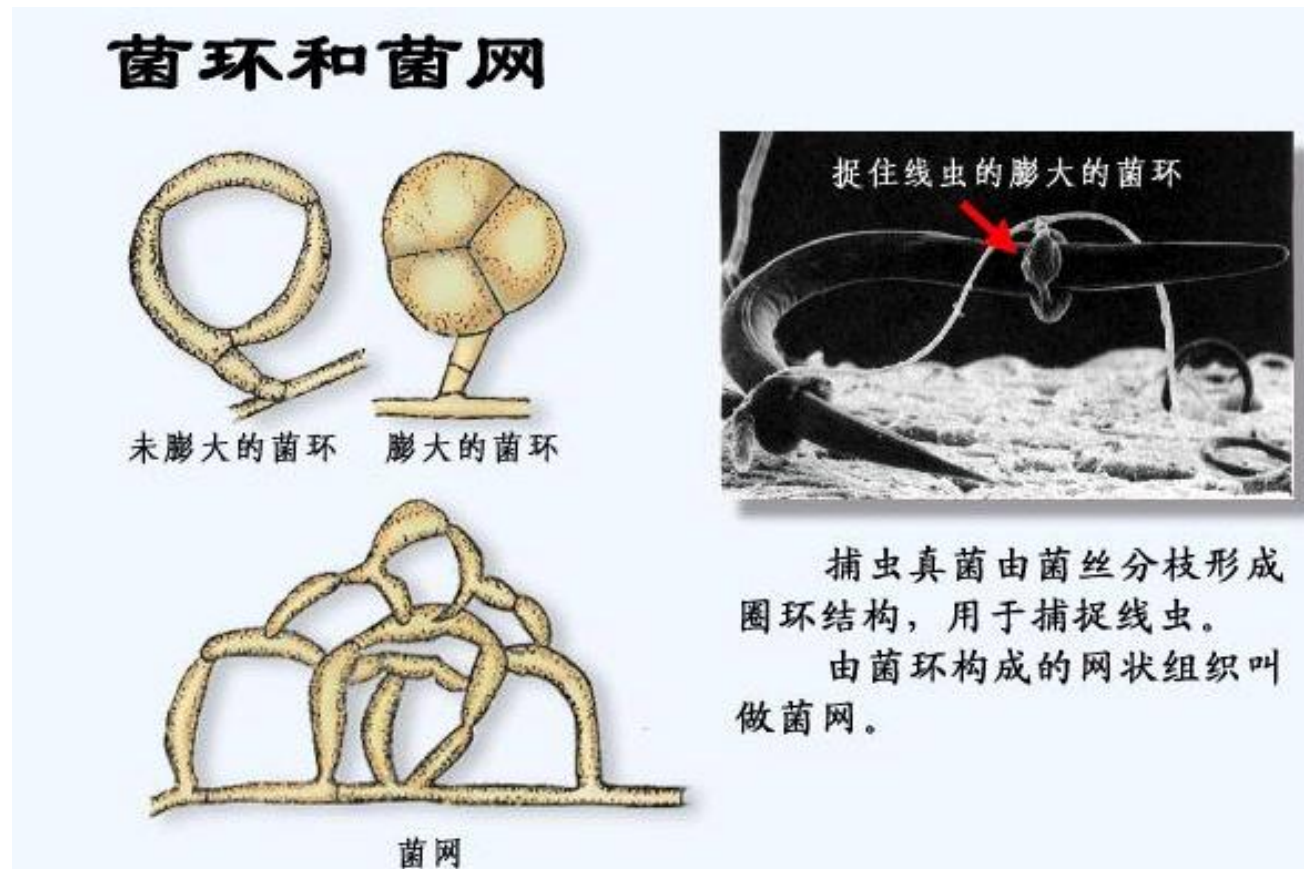
Figure 18.4 Mold structure and growth. (a) Photomicrograph of a typical mold. Conidia are seen as the spherical structures at the ends of aerial hyphae. (b) Diagram of a mold life cycle.

3、菌丝的特化

营养菌丝和气生菌丝对于不同的真菌来说，在它们的长期进化过程中，对于相应的环境条件已有了高度的适应性，并明显地表现在产生各种形态和功能不同的特化结构上。也称菌丝的变态。

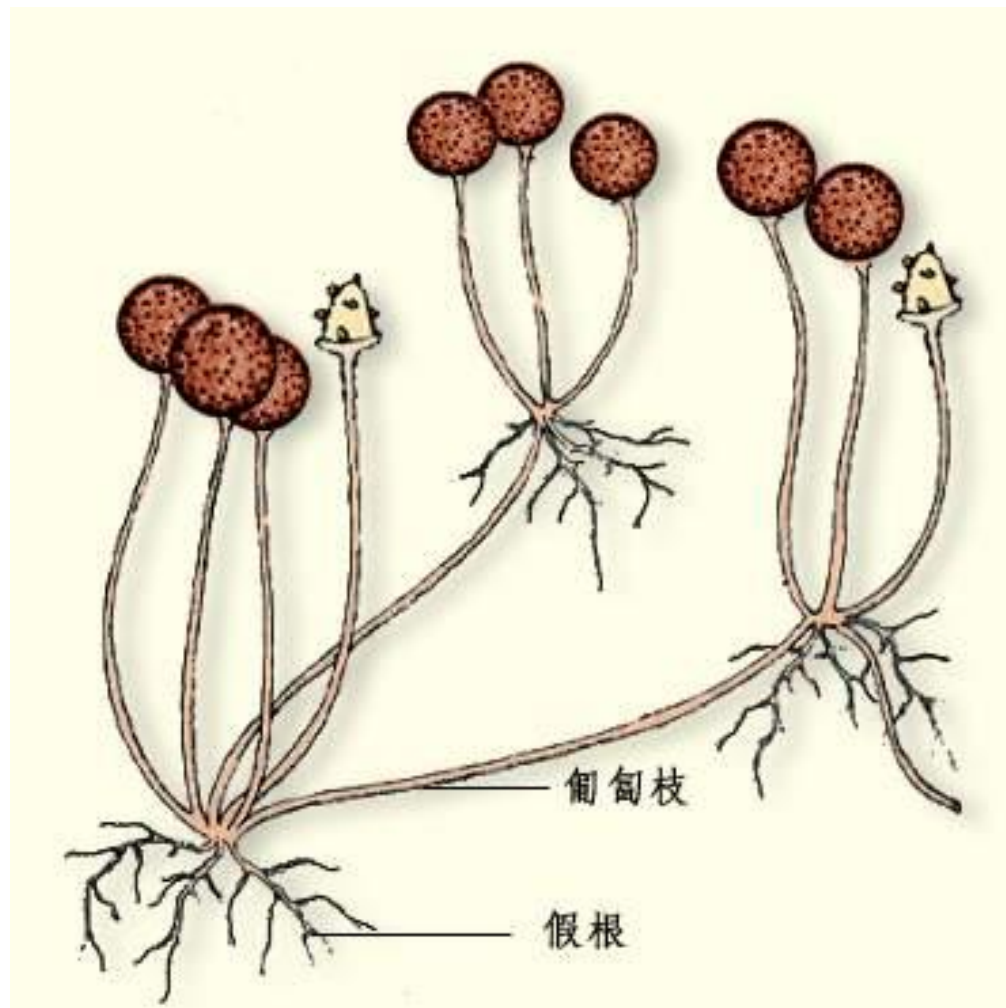
3、菌丝的特化

- 1) 菌环(**ring**)：菌丝交织成套状
- 2) 菌网(**net**)：菌丝交织成网状



3、菌丝的特化

3) 匍匐菌丝 (stolon)、假根(rhizoid)， 功能是固着和吸收营养。



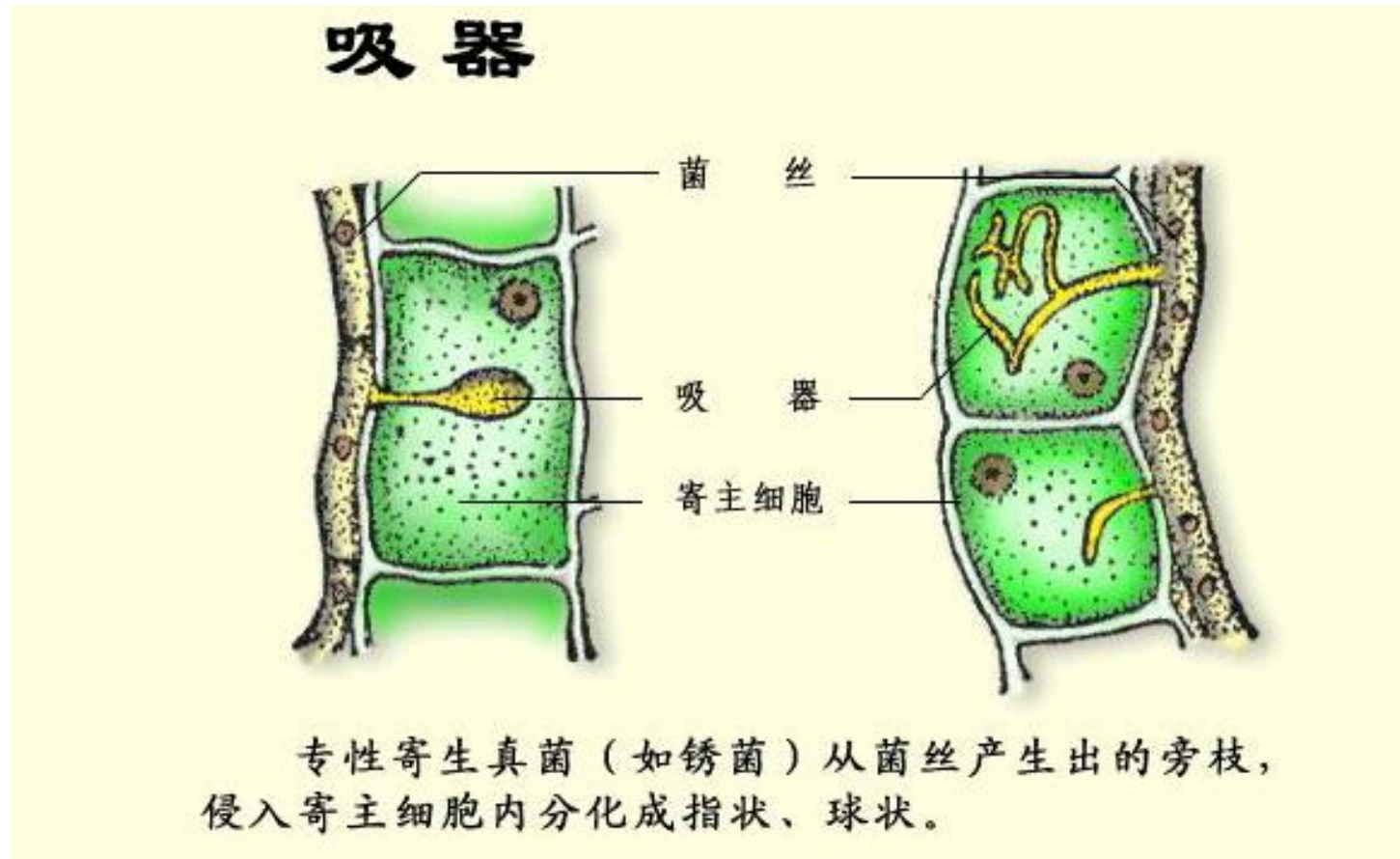
3、菌丝的特化

4) 附着枝(adhesive branch): 若干寄生真菌由菌丝细胞生出1-2个细胞的短枝, 以将菌丝附着于宿主上, 这种特殊的结构即附着枝。



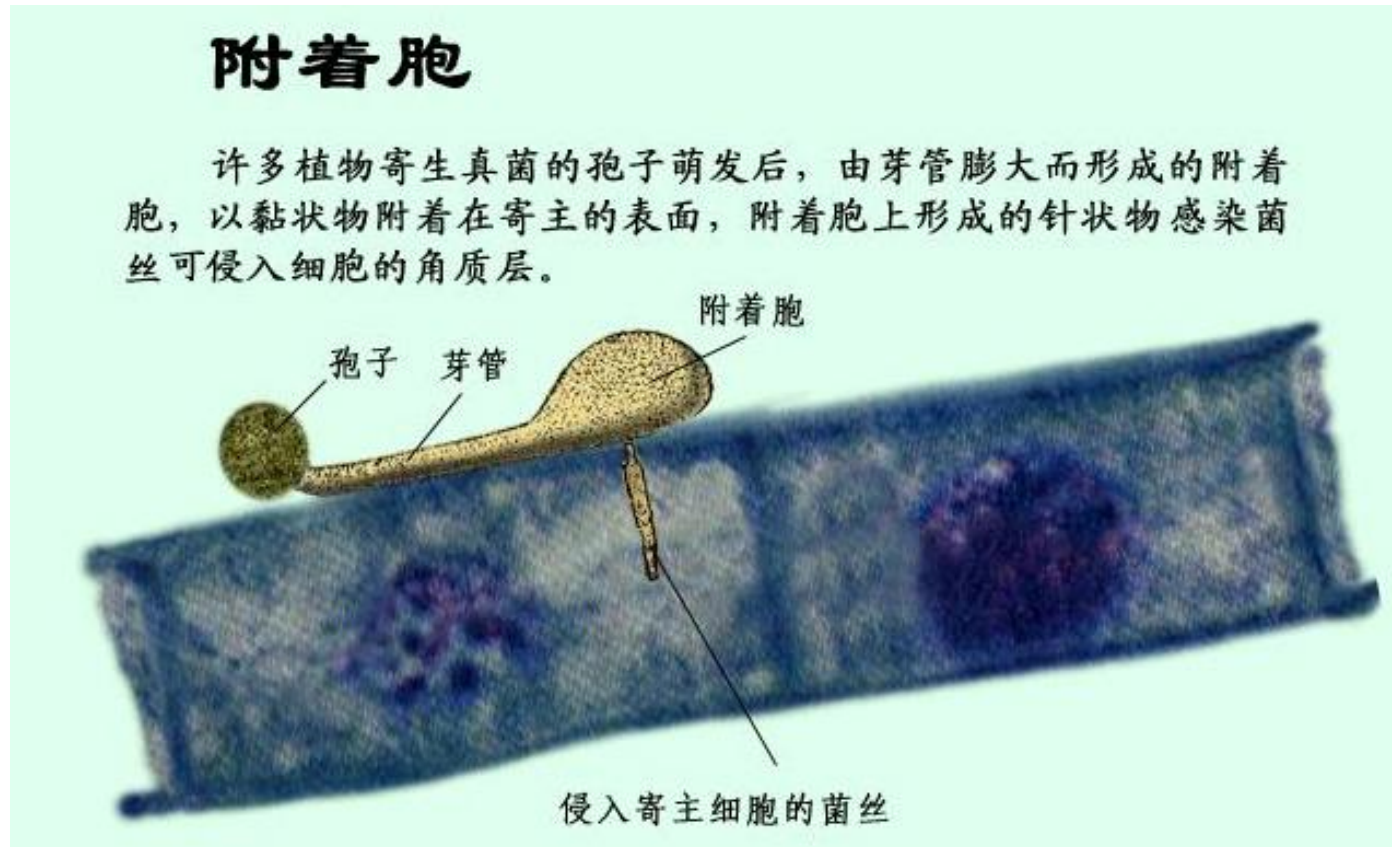
3、菌丝的特化

5) 吸器(haustorium): 一些专性寄生真菌从菌丝上分化出来的旁枝，侵入细胞内分化成指状、球状或丝状，用以吸收细胞内的营养。



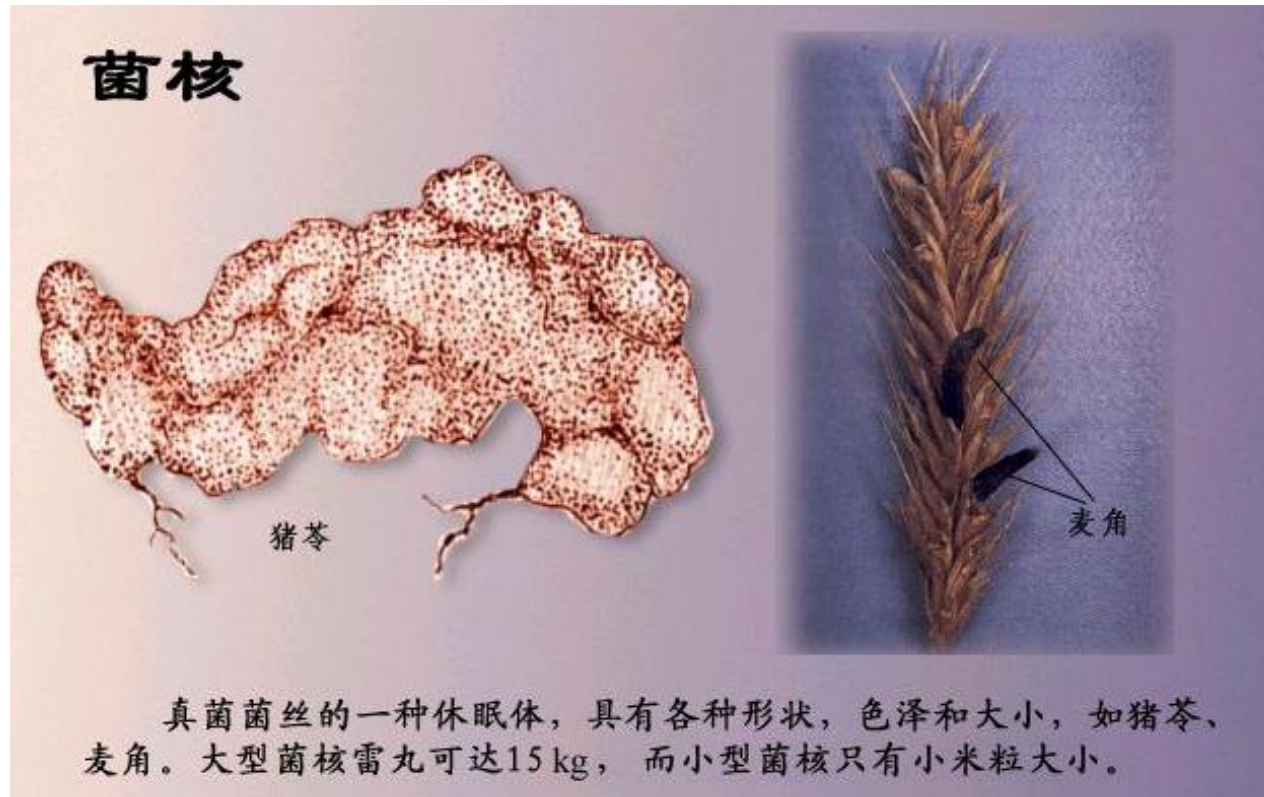
3、菌丝的特化

6) 附着胞(appressorium, adhesive cell): 许多植物寄生真菌在其芽管或老菌丝顶端发生膨大, 并分泌粘性物, 借以牢固地粘附在宿主的表面, 这一结构就是附着胞, 附着胞上再形成纤细的针状感染菌丝, 以侵入宿主的角质层而吸取营养。



3、菌丝的特化

7) 菌核(sclerotium): 是一种休眠的菌丝组织。由菌丝密集地交织在一起, 其外层较坚硬、色深, 内层疏松, 大多呈白色。



3、菌丝的特化

8) 子实体 (fruiting body, sporocarp, fructification)
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。

- a . 结构简单的子实体
- b . 结构复杂的子实体

产无性孢子的子实体: 有分生孢子器 (pycnidium)、分生孢子座 (sporodochium) 和分生孢子盘 (acervulus) 等。

产有性孢子的子实体, 称为子囊果 (ascocarp) ① 闭囊壳 (cleistothecium), ② 子囊壳 (perithecium), ③ 子囊盘 (apothecium),

3、菌丝的特化

8) 子实体 (fruiting body, sporocarp, fructification)

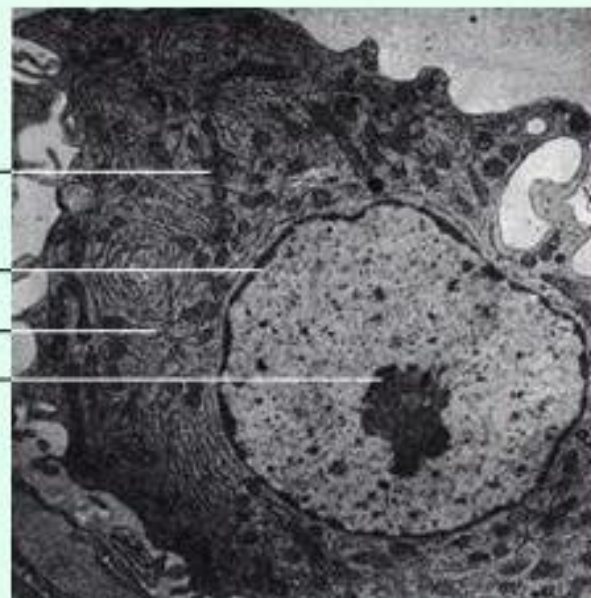
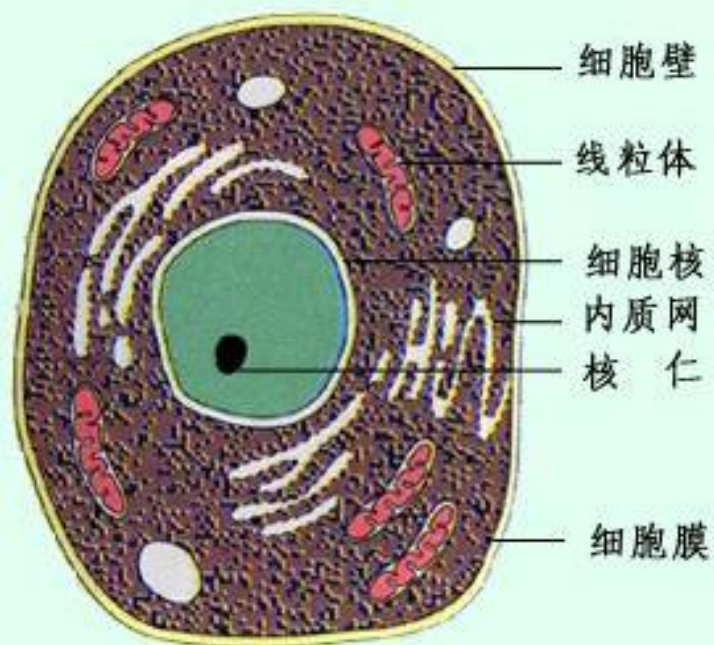


4、细胞结构

真菌的细胞结构

🔊 真菌属于真核微生物，其细胞结构系由**细胞壁**、**细胞质膜**、**细胞质**、**细胞核**、**细胞器**（线粒体、内质网、液泡）以及**鞭毛**（真菌的游离孢子具鞭毛）组成。

真核细胞模式图



真核细胞的电镜照片

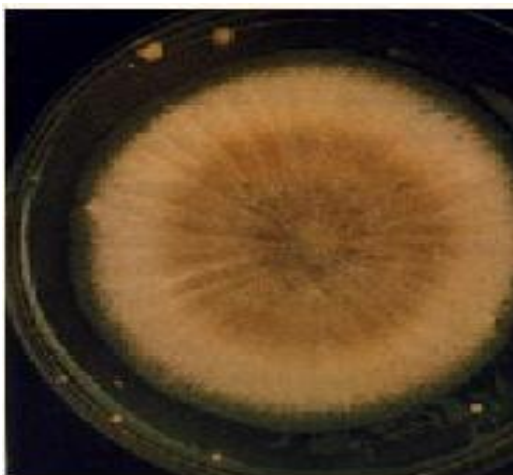
二、霉菌的菌落

真菌的一段菌丝，一个孢子或多个相同孢子在固体培养基表面萌发，生长发育形成的具有一定形状特征，肉眼可见的群落称为菌落。

由粗而长的分枝状菌丝组成，菌落疏松，呈绒毛状、絮状或蜘蛛网状，比细菌菌落大几倍到几十倍，有的没有固定大小。

各种霉菌，在一定培养基上形成的菌落大小、形状、颜色等相对稳定，所以菌落特征也为分类依据之一。

二、霉菌的菌落



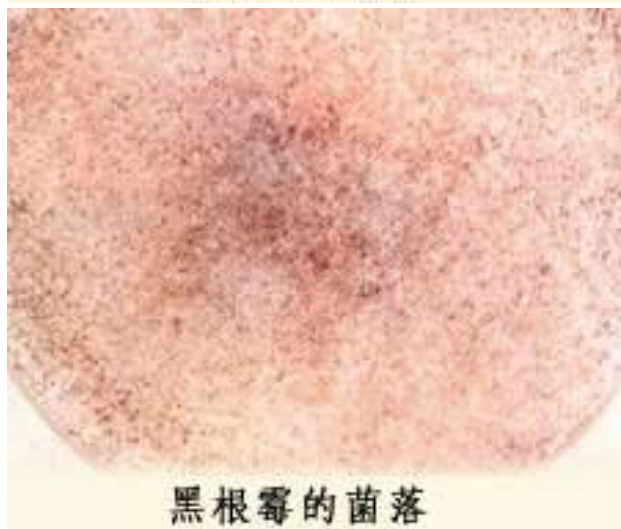
土曲霉的菌落



点青霉的菌落



黑曲霉的菌落

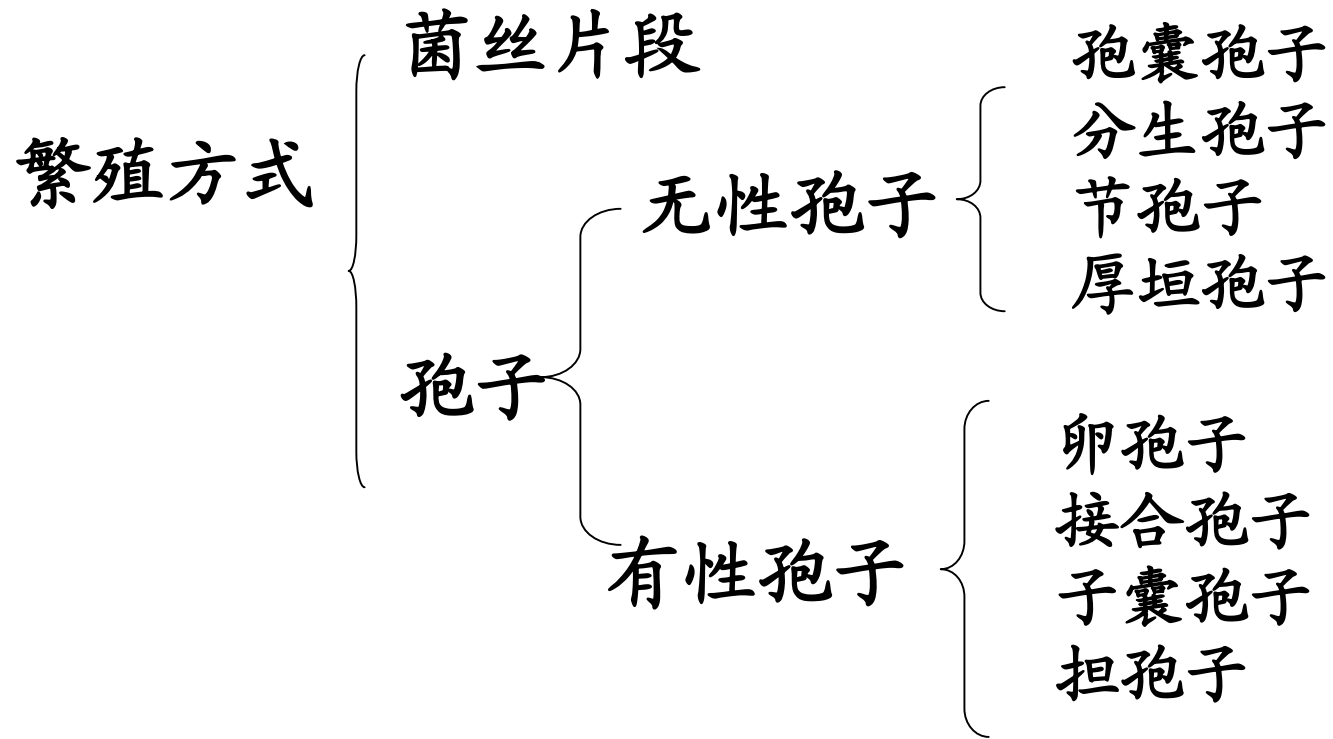


黑根霉的菌落

表 四大类微生物菌落和细胞形态特征的比较

微生物类别 菌落特征		单 细 胞 微 生 物		菌 丝 状 微 生 物		
		细 菌	酵母菌	放线菌	霉 菌	
主要特征	菌落	含水状态	很湿或较湿	较湿	干燥或较干	干燥
		外观形态	小而突起或大而平坦	大而突起	小而 ^{干燥} 紧密	大而疏松或大而致密
	细胞	相互关系	单个分散或有一定排列方式	单个分散或假丝状	丝状交织	丝状交织
		形态特征	小而均匀, 个别有芽孢	大而分化	细而均匀	粗而分化
参 考 特 征	菌落透明度		透明或稍透明	稍透明	不透明	不透明
	菌落与培养基结合程度		不结合	不结合	牢固结合	较牢固结合
	菌落颜色		多样	单调, 一般呈乳脂色或少数红或黑色	十分多样	十分多样
	菌落正反面颜色的差别		相同	相同	一般不同	一般不同
	菌落边缘		一般看不到细胞	可见球状、卵圆状或假丝状细胞	有时可见丝丝状细胞	可见粗丝状细胞
	细胞生长速度		一般很快	较快	慢	一般较快
	气味		一般有臭味	多带酒香味	常有泥腥味	往往有霉味

三、霉菌的繁殖



三、霉菌的繁殖

(一)无性繁殖(asexual reproduction)及无性孢子

不经两性细胞配合，只是营养细胞的分裂或营养菌丝的分化（切割）而形成新个体的过程。

无性孢子有：分生孢子(conidium)

节孢子(arthrospore)

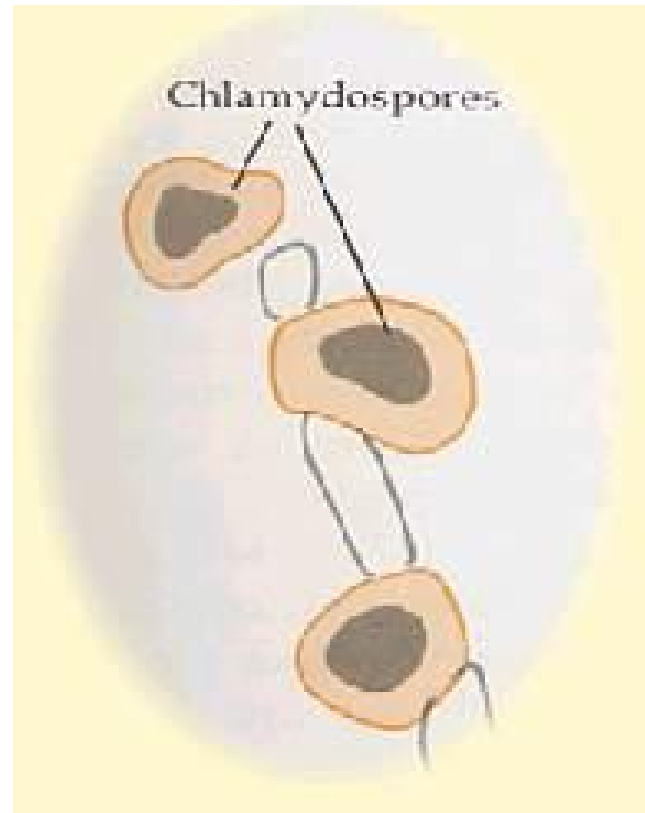
厚垣孢子(chlamydospore)

孢囊孢子(sporangiospore)：游动孢子(zoospore)

不动孢子(aplanospore)

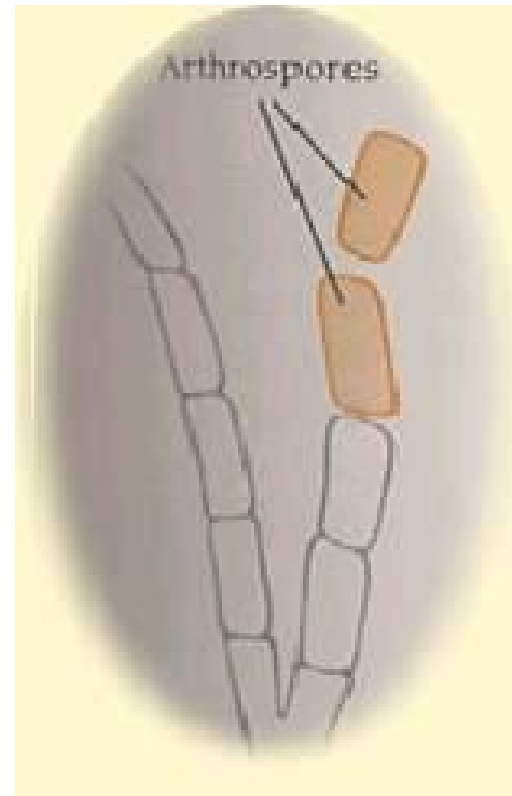
1. 厚垣孢子(chlamyospore)

厚垣孢子由菌丝内细胞质收缩变圆，外壁变厚而形成的孢子。



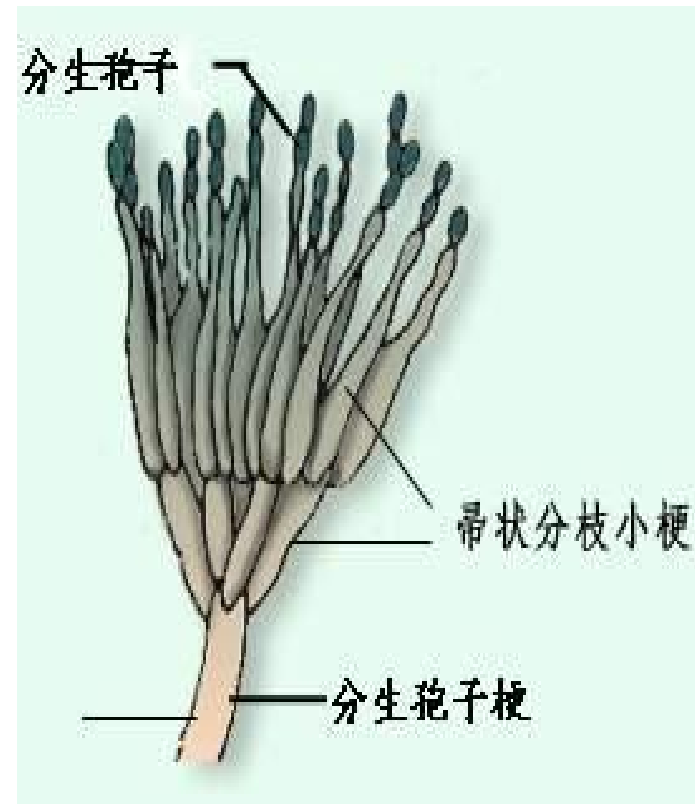
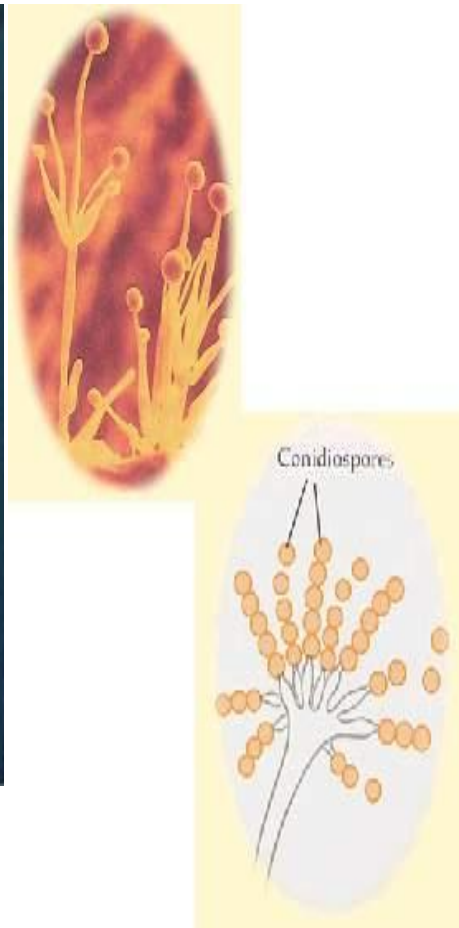
2.节孢子(arthrospore)

由菌丝断裂而形成的细胞叫作节孢子。菌丝生长到一定阶段时出现横隔膜，然后从隔膜处断裂，产生很多单个孢子。



3.分生孢子(conidiospore)

分生孢子由生殖菌丝的顶端所形成的孢子叫分生孢子。

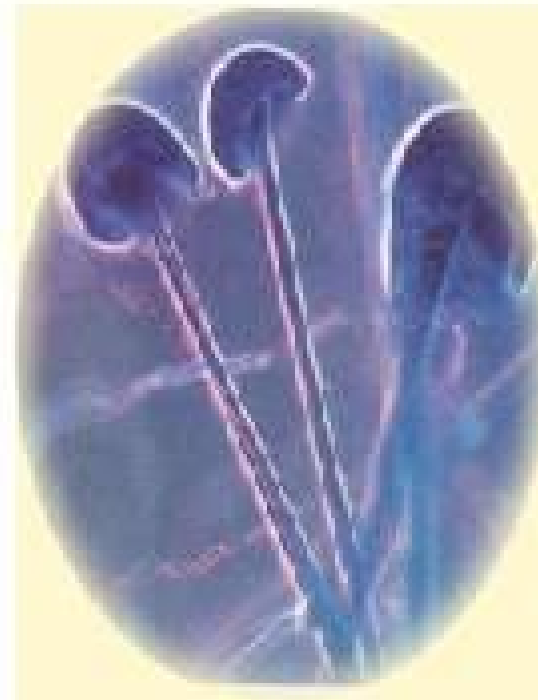
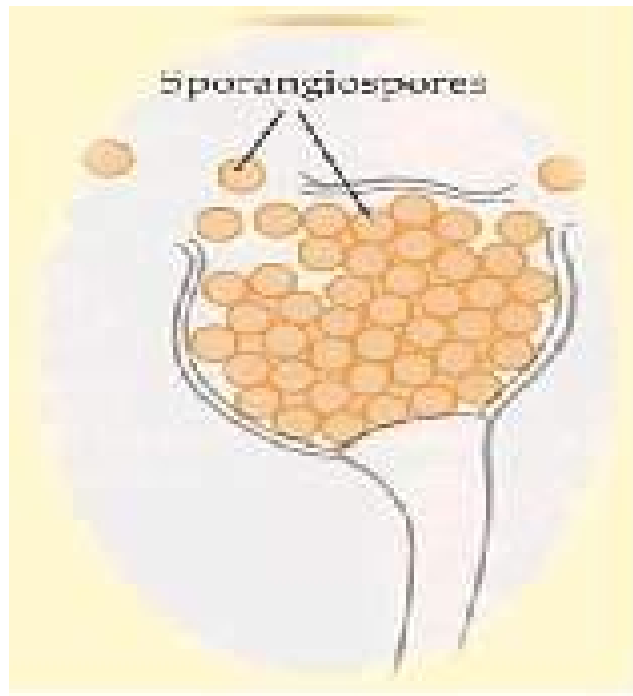


4.孢囊孢子(sporangiospore)

孢囊孢子在孢子囊内形成的孢子叫作孢囊孢子。

孢子囊孢子分为两类：游动孢子(zoospore)

不动孢子(Aplanospore)



霉菌的无性孢子及其特征

孢子名称	染色体倍数	内生或外生	形成特征	孢子形态	举例
厚垣孢子	n	外生	部分菌丝细胞质变圆、浓缩，周围生出厚壁而成	圆形、柱形等	总状毛霉
节孢子	n	外生	由菌丝断裂而成	常成串短柱状	白地霉
分生孢子	n	外生	由分生孢子梗顶端细胞特化而成的单个或簇生的孢子	极多样	曲霉、青霉
孢囊孢子	n	内生	形成于菌丝的特化结构——孢子囊内	近圆形	根霉、毛霉
游动孢子	n	内生	有鞭毛能游动的孢囊孢子	圆、梨、肾形	壶菌

(二) 霉菌的有性繁殖 (Sexual reproduction) 及有性孢子

两个性细胞结合产生新个体的过程：

- a) 质配：两个性细胞结合，细胞质融合，成为双核细胞，每个核均含单倍染色体 ($n+n$)。
- b) 核配：两个核融合，成为二倍体接合子核，此时核的染色体数是二倍 ($2n$)。
- c) 减数分裂：具有双倍体的细胞核经过减数分裂，核中的染色体数目又恢复到单倍体状态。

有性孢子：卵孢子 (Oospore)

接合孢子 (Zygospore)

子囊孢子 (Ascospore)

(二) 霉菌的有性繁殖 (Sexual reproduction) 及有性孢子

霉菌有性孢子繁殖的特点：

- a) 霉菌的有性繁殖不如无性繁殖那么经常与普遍，多发生在特定条件下，往往在自然条件下较多，在一般培养基上不常见。
- b) 有性繁殖方式因菌种不同而异，有的两条营养菌丝就可以直接结合，有的则由特殊的性细胞（性器官）-----配子囊或由配子囊产生的配子来相互交配，形成有性孢子。
- c) 核配后一般立即进行减数分裂，因此菌体染色体数目为单倍，双倍体只限于接合子。
- d) 霉菌的有性繁殖存在同宗配合和异宗配合两种情况。
- e) 霉菌的有性孢子包括接合孢子、卵孢子、子囊孢子等。

生活史

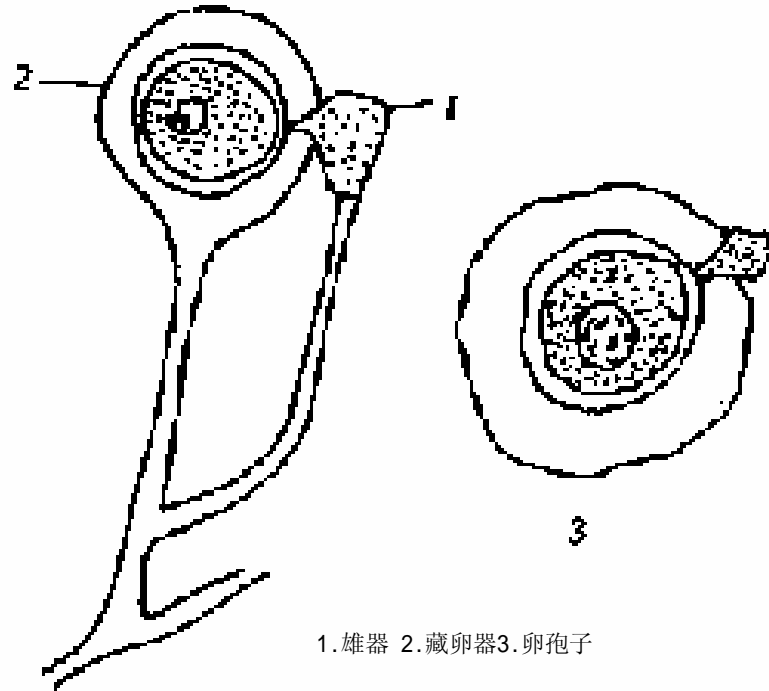
无性繁殖阶段：菌丝体（营养体）在适宜的条件下产生无性孢子，无性孢子萌发形成新的菌丝体，多次重复。

有性繁殖阶段：在发育后期，在一定条件下，在菌丝体上分化出特殊性器官（细胞），质配、核配、减数分裂后形成单倍体孢子，再萌发形成新的菌丝体。

有一些霉菌，至尽尚未发现其生活史中有有性繁殖阶段，这类真菌称为半知菌

1. 卵孢子(oospore)

由两个大小不同的配子囊结合发育而成的有性孢子。



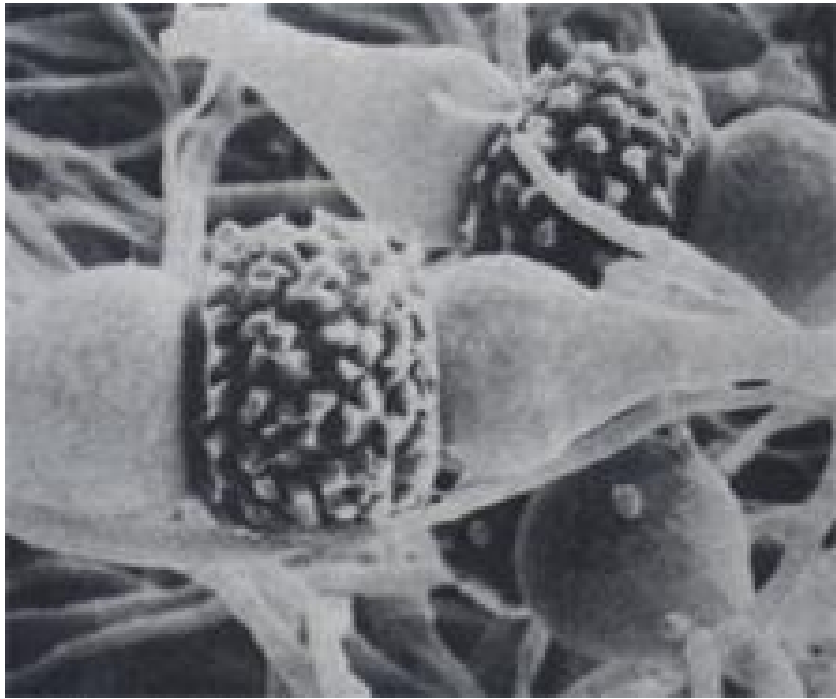
1. 雄器 2. 藏卵器 3. 卵孢子

2. 接合孢子 (zygospore)

由两个形状相同、但性别不同的配偶囊结合而形成的有性孢子。

同宗配合 (Homothallism)

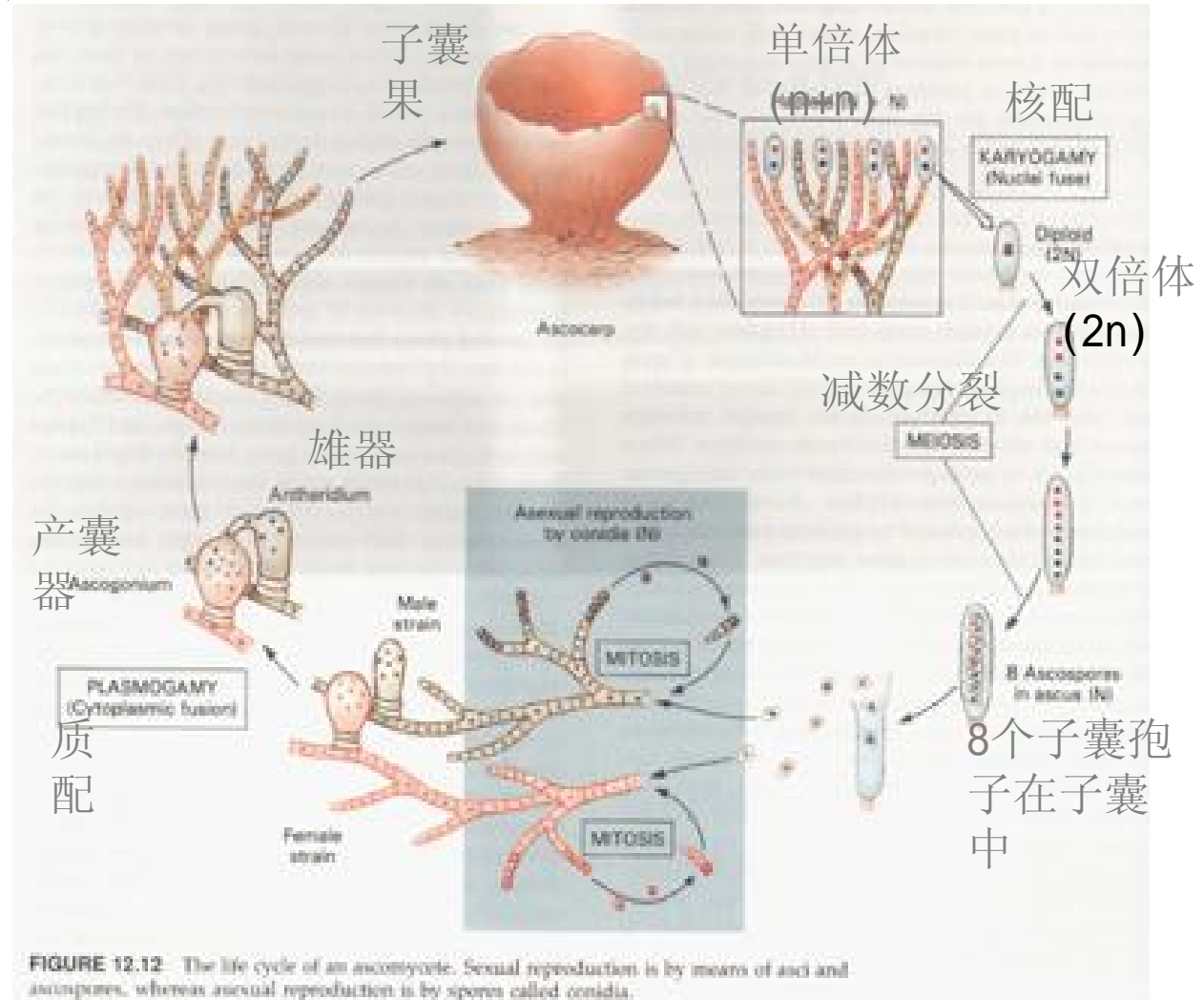
异宗配合 (Heterothallism)



3. 子囊孢子 (ascospore)

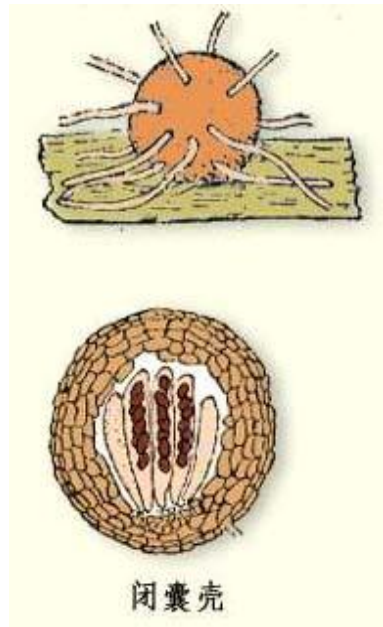
真菌的菌丝可分化成为产囊器和雄器，二者结合形成囊，称为子囊，在子囊内形成的有性孢子叫子囊孢子。

雌性的称**产囊器**
(Ascogonium)
雄性的称**雄器**
(Antheridium)



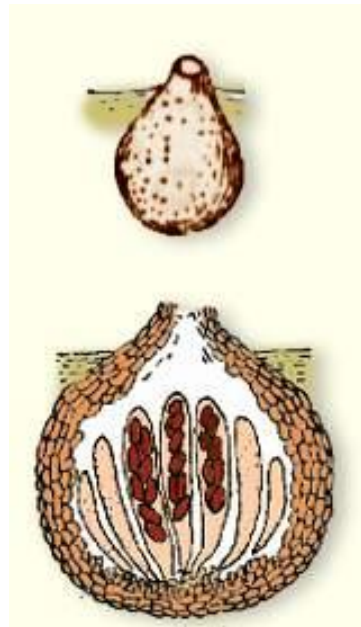
3. 子囊孢子(ascospore)

子囊果(Ascocarp)的三种类型：(a) 闭囊壳(Cleistothecium)
(b) 子囊壳 (Perithecium)
(c) 子囊盘(Apothecium)。

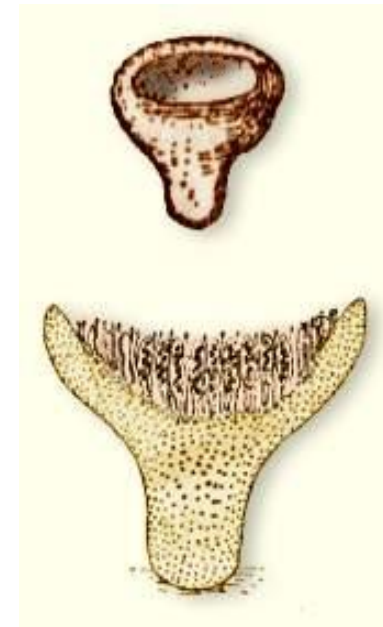


闭囊壳

闭囊壳



子囊壳



子囊盘

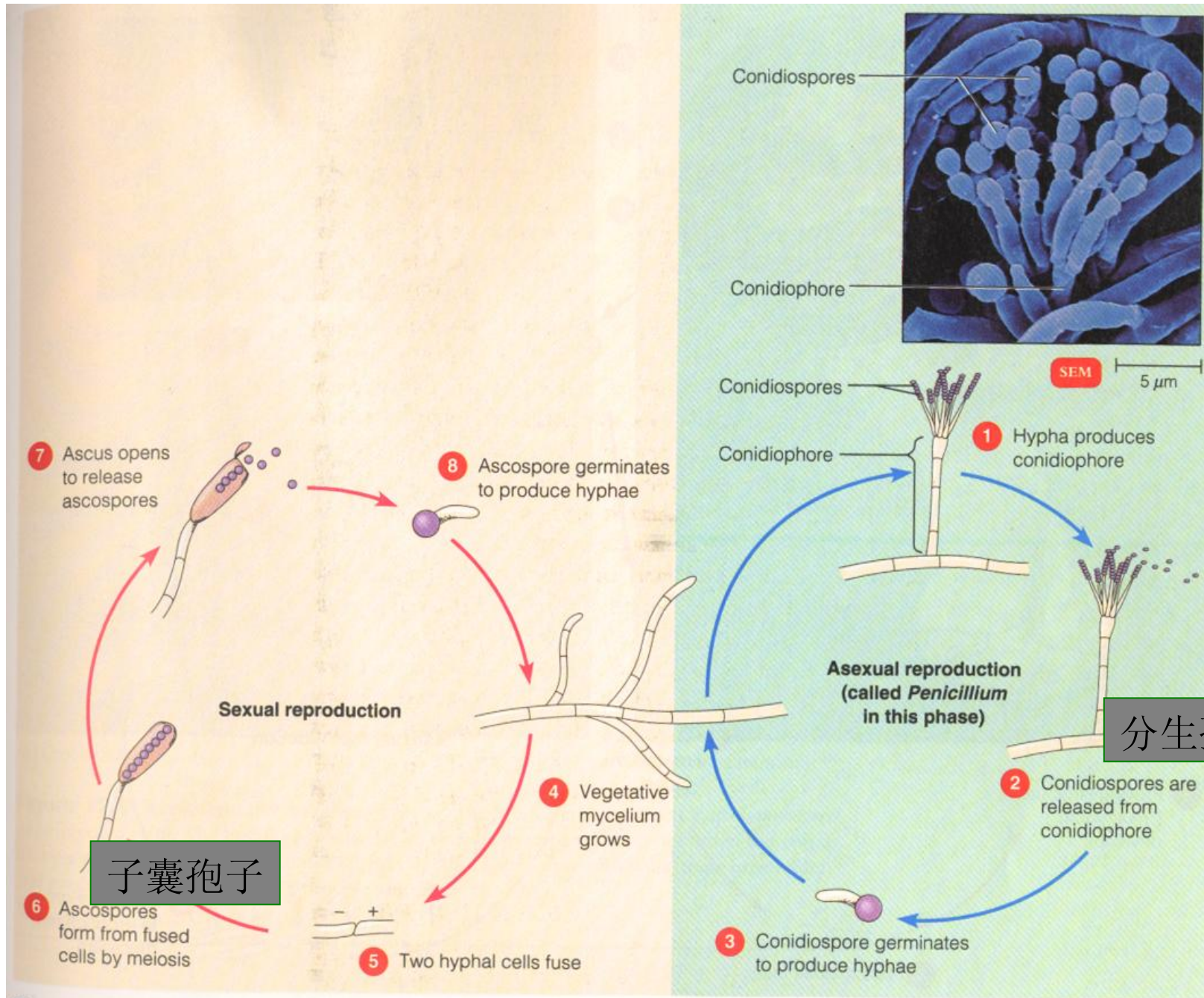


Figure 12.7 The life cycle of *Eupenicillium*, an ascomycete. Occasionally, when two opposite mating cells from two different strains (+ and -) fuse, sexual reproduction occurs.

霉菌的有性孢子及其特征

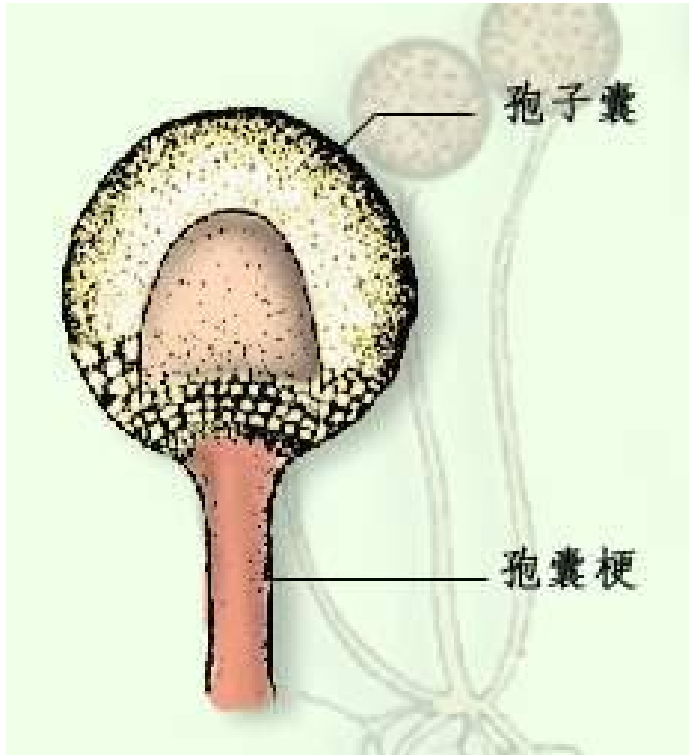
有性孢子名称	染色体倍数	有性结构及其形成特征	举 例	所属分类地位
卵孢子	2n	由两个大小不同的配子囊结合后发育而成： 雄器 ， 藏卵器	同丝水霉	卵菌纲： 水霉目
接合孢子	2n	两个配子囊接合后发育而成，有两种类型： ①异宗配合 ②同宗配合	葡枝根霉 大毛霉 性殖根霉	接合菌纲： 毛霉目
子囊孢子	n	在子囊中形成。子囊的形成有两种方式： (1)两个营养细胞直接交配而成，其外面无菌丝包裹； (2)从一个特殊的、来自产囊体的菌丝、称为产囊丝的结构上产生子囊，多个子囊外面被菌丝包围形成子实体，称为子囊果： ①闭囊壳 ②子囊壳 ③子囊盘	马氏单囊霉 麦类白粉菌 粗糙脉胞菌 牛粪盘菌	子囊菌纲： 内孢霉目 白粉菌目 球壳目 盘菌目

(三) 真菌孢子与细菌芽孢的比较

项 目	霉菌孢子	细菌芽孢
大小	大	小
数目	一条菌丝或一个细胞产多个	1个细胞只产1个
形态	形态、色泽多样	形态简单
形成部位	可在细胞内或细胞外形成	只在细胞内形成
细胞核	真核	原核
功能	繁殖方式	抗性构造（休眠方式）
抗热性	不强，在60-70℃下易杀死	极强，100℃数十分钟
产生菌	绝大多数种类可以产生	少数细菌可产生

四、霉菌的代表属

(一) 毛霉 (*Mucor*)



1.形态特征：菌丝发达、繁密；白色无隔多核，为单细胞真菌。无假根和匍匐枝，孢囊梗直接由菌丝体生出。

2.繁殖：可形成孢囊孢子、厚垣孢子、接合孢子。

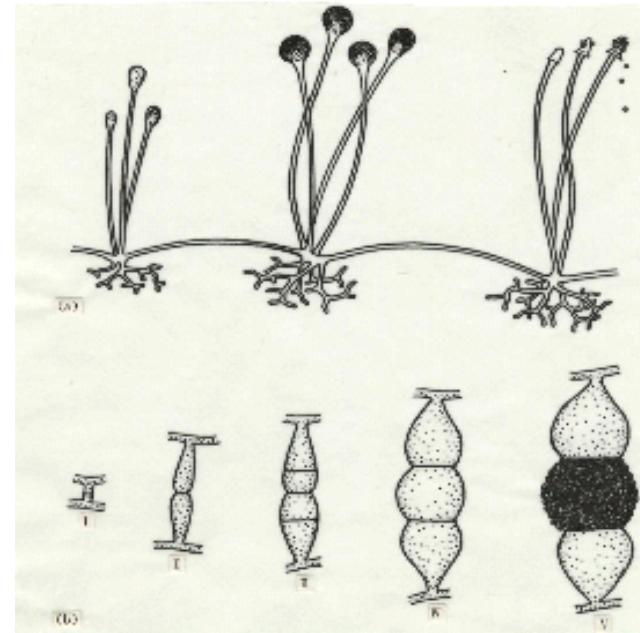
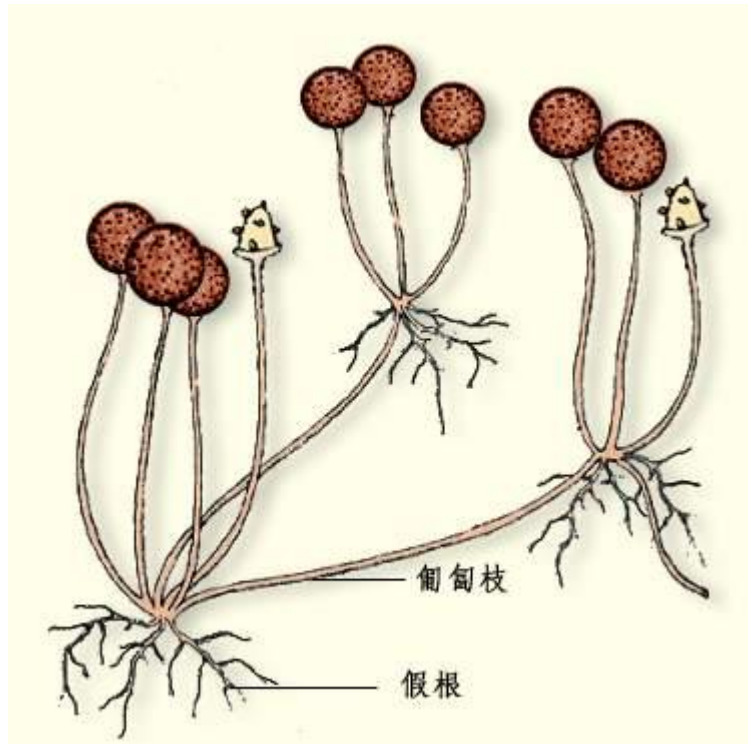
- 3、经济价值：蛋白酶、淀粉酶、
有机酸、甾体转化。
- 4、代表种：总状毛霉、高大毛霉、
鲁氏毛霉、梨形毛霉等



总状毛霉

- 1、2.孢囊梗分枝状 态3.孢子囊4.囊轴5.球状芽
6.厚垣孢子7、8球状芽子9.发芽孢子10.幼菌丝

(二) 根霉 (*Rhizopus*):



根霉的无性繁殖及接合孢子形成过程
a. 无性繁殖； b. 接合孢子形成

与毛霉的主要区别在于有假根和匍匐枝，与假根相对处向上生出孢囊梗。梗的顶端膨大形成孢子囊，囊内产生孢子。孢子囊内囊轴明显，球形或近球形，囊轴基部与梗相连处有囊托。孢囊孢子球形、卵形或不规则。繁殖：形成孢囊孢子、厚垣孢子、接合孢子。

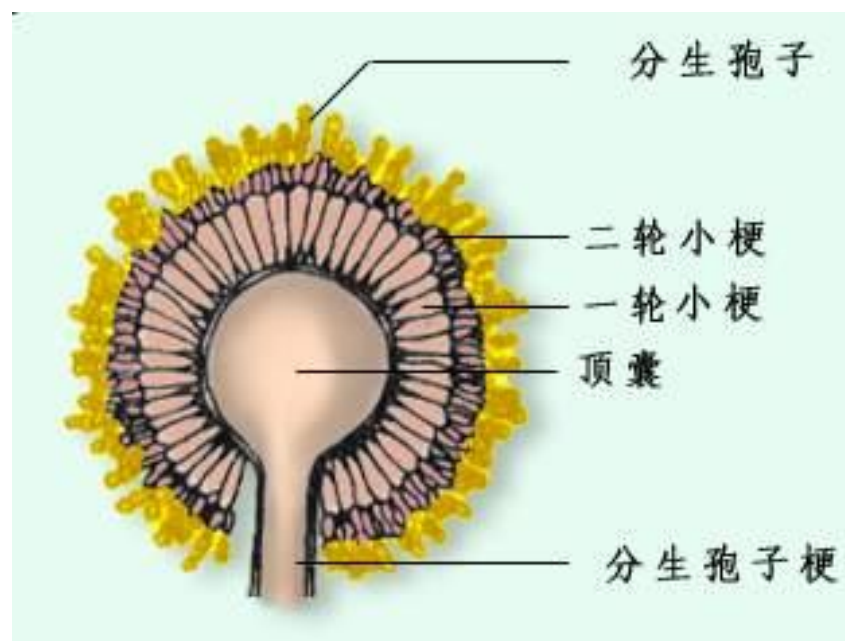
3、经济价值：酶类（淀粉酶、果胶酶、脂肪酶等。酿酒工业上多用来作淀粉质原料酿酒的糖化菌。有机酸、醇；甾体转化等。

4、代表种：米根霉 (*R.oryzae*)、
华根霉(*R.chinesis*)、
黑根霉(*R.nigrificans*)、
少根根霉(*R.arrhizus*)、

(三) 曲霉(*Aspergillus*):

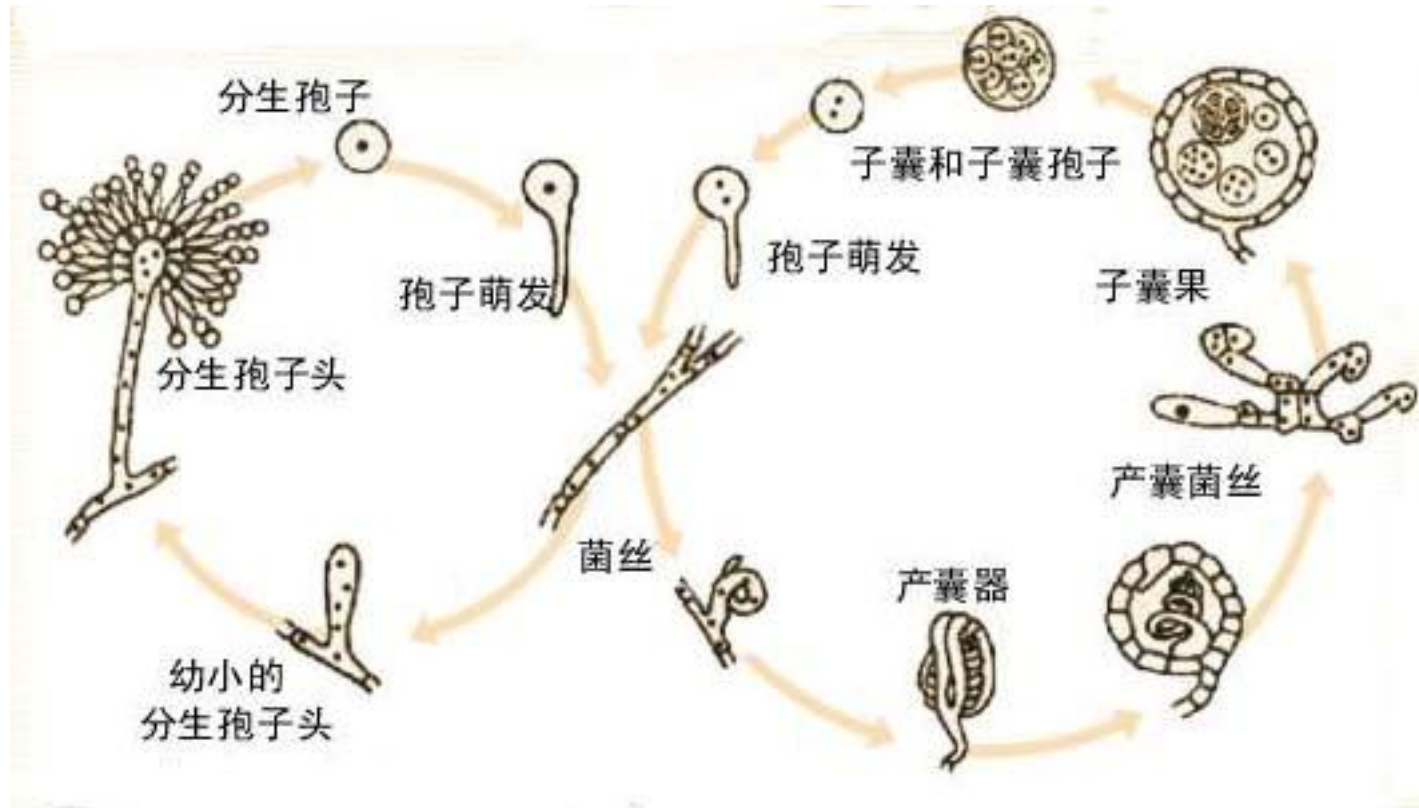
1. 形态特征:

菌丝发达多分枝，有隔多核，分生孢子梗由特化了的厚壁而膨大的菌丝细胞（足细胞）上垂直生出；分生孢子头状如“菊花”。



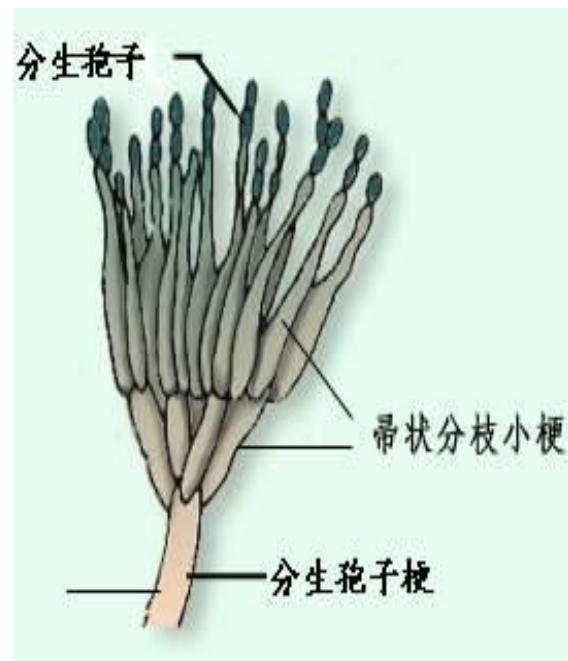
2.繁殖:

大多数为无性世代产分生孢子；少数种可形成子囊孢子。



- 3、经济价值：酶制剂（蛋白酶、淀粉酶、果胶酶）
有机酸
- 4、危害：黄曲霉毒素（aflatoxin):一种肝毒素，毒性为二甲基亚硝胺的75倍。为一种双呋喃氧杂萘邻酮衍生物。小剂量致肝癌（0.015ppm）。荧光分析有20多种衍生物，其中B₁致癌最强。
- 5、代表种：黄曲霉(*Asp.flavus*)
寄生曲霉(*Asp.parasticus*)
黑曲霉(*Asp . Niger*)

(四) 青霉 (Penicillium):



1. 形态特征:

与曲霉类似。但无足细胞，分生孢子梗从基丝或气丝上生出，有横隔，顶端生有扫帚状的分生孢子头。

2. 繁殖:

分生孢子。

3、经济价值：抗生素、有机酸

青霉素（penicillin):为一组以6-氨基青霉烷酸（6-amino penicillanic acid，简写6-APA）分子为基础的相关物质。

6-APA上的不同支链可使PN具不同性质。如：

羧苄基——羧苄青霉素； 氨苄基——氨苄青霉素；

一些半合成青霉素可口服，并具抗青霉素酶（ β -内酰胺酶）的功能。

4、危害：霉变、疾病

5、代表种：产黄青霉(*Pen.chrysogenum*)

桔青霉 (*Pen.citrinum*)

展青霉(*Pen.patulum*)