

临床霉菌学

第二军医大学第一附属医院副教授 王高松编著

第三军医大学第一附属医院副教授 刘荣卿审阅

内 容 提 要

本书共分38章，其中总论一章，各论33章，附录4章。全面地、系统地介绍了人类霉菌病。每章分别叙述了霉菌病的地理分布、病因、传染来源、发病机制、症状学、霉菌学、病理学、免疫学、诊断及治疗。在附录中有污染霉菌章，附有药物毒性及剂量，便于查考。本书适于临床各科医师、检验及病理人员在实际工作中应用，也适于大学生物系及微生物学工作者参考。

目 录

第 一 章	霉菌学总论	1
第 二 章	念珠菌病	31
第 三 章	隐球菌病	49
第 四 章	放线菌病	58
第 五 章	奴卡氏菌病	67
第 六 章	放线菌性足菌种	69
第 七 章	马杜拉菌病	74
第 八 章	孢子丝菌病	80
第 九 章	着色霉菌病	86
第 十 章	曲菌病	94
第 十 一 章	荚膜组织胞浆菌病	101
第 十 二 章	非洲组织胞浆菌病	106
第 十 三 章	球孢子菌病	109
第 十 四 章	芽生菌病	113
第 十 五 章	副球孢子菌病	118
第 十 六 章	地丝菌病	122
第 十 七 章	藻菌病	124
第 十 八 章	蛙粪霉菌病	129
第 十 九 章	鼻孢子菌病	132
第 二 十 章	链状芽生菌病	134
第 二 十 一 章	暗色孢科霉菌感染	137
第 二 十 二 章	吸入性过敏性霉尘病	141
第 二 十 三 章	输液霉菌	142
第 二 十 四 章	烧伤创面霉菌感染	143
第 二 十 五 章	青霉菌病	145
第 二 十 六 章	霉菌性角膜炎	146
第 二 十 七 章	耳霉菌病	147
第 二 十 八 章	皮肤丝状菌	148

断发癣菌(151)、石膏样癣菌(153)、红色癣菌(156)、玫瑰色癣菌(159)、黄癣菌(160)、紫色癣菌(162)、猴类癣菌(163)、叠瓦癣菌(164)、疣状癣菌(165)、马类癣菌(165)、北非癣菌(166)、西非癣菌(166)、赤非癣菌(167)、埃泽楼氏癣菌(167)、铁锈色小孢子菌(168)、羊毛状小孢子菌(168)、鸡禽类小孢子菌(170)、奥杜盎氏小孢子菌(170)、石膏样小孢子菌(172)、歪斜形小孢子菌(173)、粉小孢子菌(174)、猪小孢子菌(175)、絮状表皮癣菌(176)。

第二十九章	皮肤癣菌病·····	178
	头癣(178)、足癣(181)、手癣(183)、甲癣(184)、体癣(185)、股癣(185)、 叠瓦癣(185)、癣菌疹(186)。	
第三十章	花斑癣·····	187
第三十一章	红 癣·····	189
第三十二章	腋毛癣菌病·····	190
第三十三章	掌黑癣·····	191
第三十四章	毛结节病·····	194
附 录 一	污染霉菌·····	197
	酵母菌(197)、红色类酵母菌(197)、糠秕孢子菌(197)、青霉菌(198)、曲 菌(198)、嗜食物性念珠菌(198)、毛霉菌(198)、根霉菌(198)、新月形孢 子菌(199)、头孢子菌(199)、链互隔菌(199)、拟笔霉菌(199)、着色霉 菌(200)、短帚霉菌(200)、胶质分裂菌(200)、轮生菌(200)、毛皮菌(200)、 双孢子菌(201)、毛鞘状菌(201)、石墨菌(201)、卵孢子菌(201)、链丝 菌(202)、虫孢子菌(202)、玉米黑粉菌(202)、黑孢子菌(202)、单头孢子 菌(202)、丛生菌(203)、半孢子菌(203)、孢霉菌(203)、多孢子菌(203)、 并头状菌(203)、珠头霉菌(204)、毛孢子菌(204)、葡柄霉菌(204)、附球 菌(204)、顶孢子菌(205)、瘤孢菌(205)、链孢菌(205)、毛壳菌(205)。	
附 录 二	抗霉菌药物·····	206
	灰黄霉素(207)、两性霉素B(208)、制霉菌素(210)、5—氟胞嘧啶(211)、 克霉唑(212)、曲古霉素(213)、克念菌素(213)、金褐霉素(214)、大蒜注 射液(214)、球红霉素(214)、匹马霉素(215)、汉霉素(215)、萨拉霉 素(216)、益康唑(216)。	
附 录 三	培养基·····	217
附 录 四	霉菌菌苗及菌素的制备·····	227

第一章 霉菌学总论

一、引言：霉菌（Fungus复数Fungi）是一种低等植物，但没有根茎叶和叶绿素，属于微生物的一类。它包括范围很广，约有十万种以上，营寄生或腐生。它们生活在土壤、空气和水中以及动物、植物上。地球上每个角落里几乎都有霉菌的存在。我们日常生活中经常接触它。在房屋角落潮湿的地方，有时可见到颜色不同的毛状物，并发出一种霉味，这就是有霉菌的存在。有时衣物、皮革、书籍会被霉烂，甚至显微镜镜片上也会生霉。霉菌对人类有密切的关系，如面粉发酵要用霉菌，在酿造业中做酱油、醋、酒、霉豆腐等都要经过霉菌发酵，才能做成美味食品。在工业上有许多种酶制剂是由霉菌产生的，如戊基糖甙酶、淀粉酶、果胶酶、葡萄糖氧化酶、蛋白酶等及多种有机酸的产生，如柠檬酸、葡萄糖酸等。尤其是利用霉菌石油发酵产生各种化工产品是近代的新兴工业。在农业上广泛应用的，如饲料发酵、生产赤霉素（九二〇）以及其他农药等。还有许多霉菌可供食用，内蒙古的口蘑、东北的猴头、南方的银耳、香菇、云南的竹荪等，都是美味的食品。但有的霉菌也具有毒性，如蛤蟆菌，毒伞、臭黄菇和毒粉褶等，如果误食这些东西，轻者中毒，重者可以引起死亡。霉菌还可以使植物生病，如使马铃薯致病的疫霉、甘薯的黑斑病、水稻的瘟病、棉花的枯萎病、玉蜀黍黑粉病和小麦锈病等，都是霉菌所致。霉菌还可以作为药材，中医药用霉菌有78种之多，如常用的猪苓、茯苓、灵芝、麦角、冬虫夏草等。霉菌的另一种用途是制造多种抗菌素，如青霉素、灰黄霉素、链霉素、先锋霉素等。抗菌素的发现是最近几十年来医学上的伟大成绩之一，它治疗疾病起了划时代的作用，目前抗菌素有几十种之多，以往认为不治之症，今天用抗菌素治疗常获得了很好的效果。但另一方面霉菌也可以产生毒素，如黄曲菌产生的黄曲霉毒素（Aflatoxins），可以引起动物肝中毒，产生肝硬化、肝癌。桔青霉素（*Penicillium citrium*）可以引起肾脏中毒，这方面已引起国内外医学人士的注意。

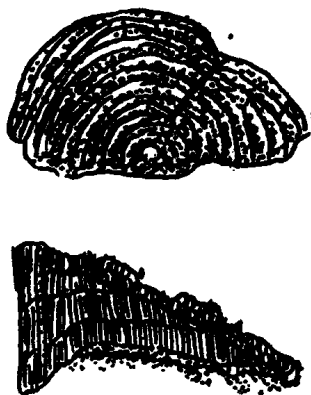


图1 层孔菌 上图正面 下图剖面

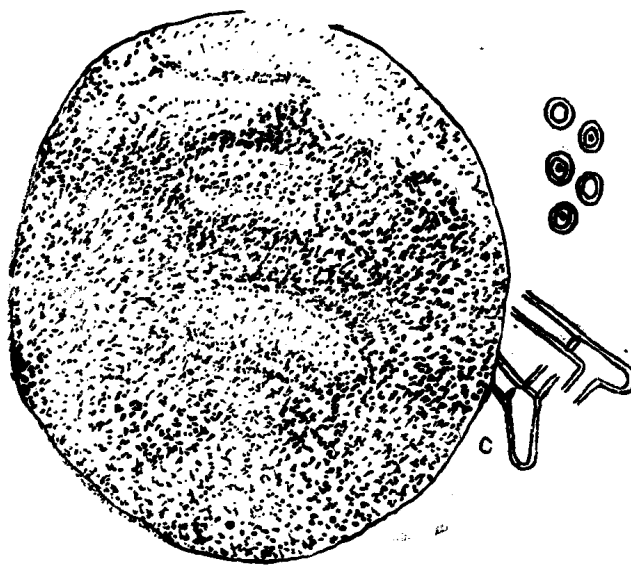


图2 大马勃：子实体、孢子和菌丝

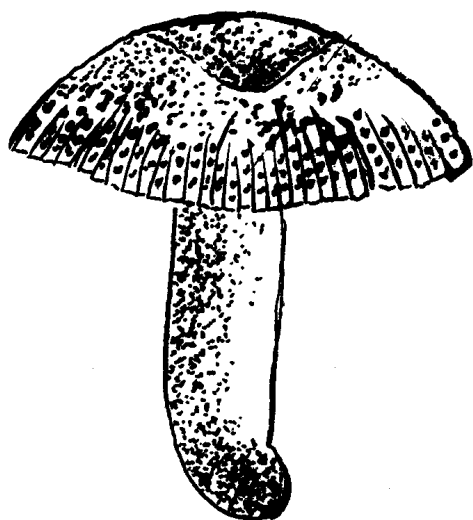


图3 臭黄菇

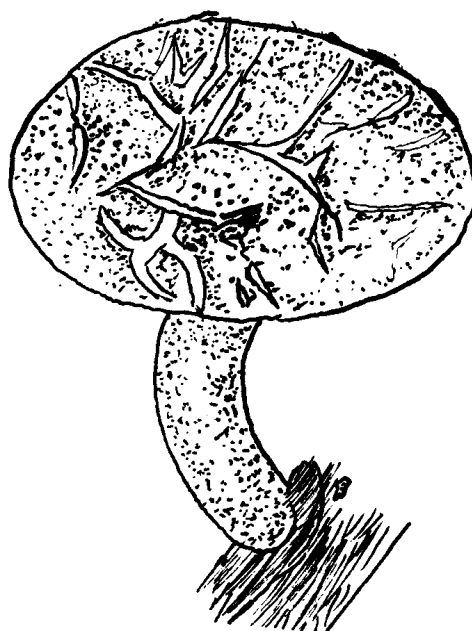


图4 香菇



图5 猴头

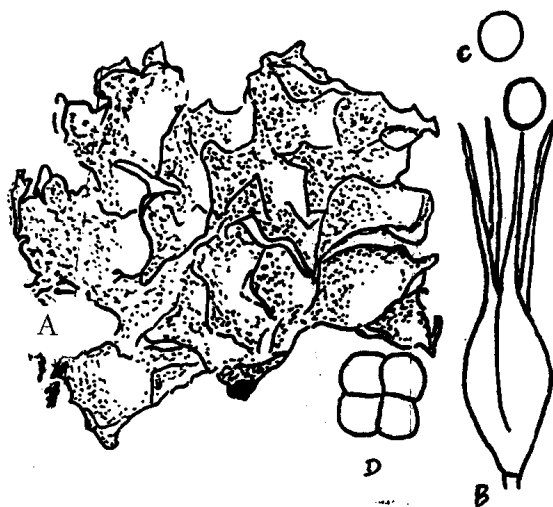


图6 银耳 A.子实体 B.担子
C.孢子 D.担子横切面

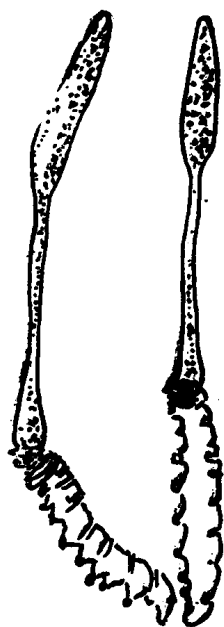


图7 冬虫夏草



图8 灵芝

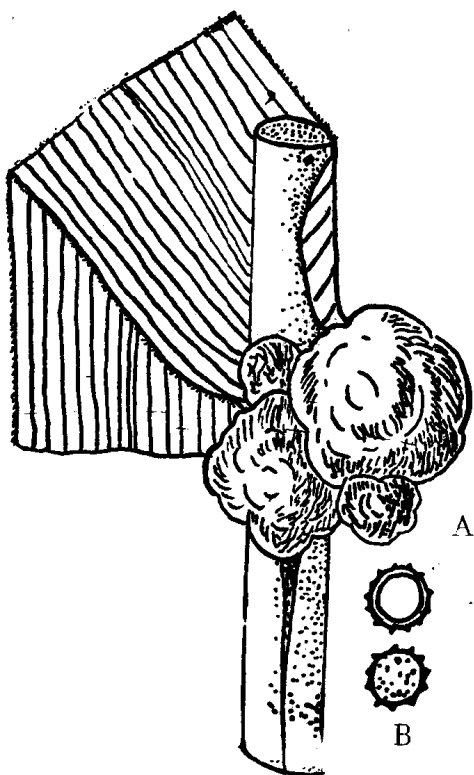


图9 玉米黑粉

A. 玉米茎上的菌瘿

B. 冬孢子



图10 稻曲菌菌核

霉菌学的范围是非常广泛的，但我们这里所谈的仅限于使人致病的一类霉菌，谓之医用霉菌学 (Medical mycolgy)。

霉菌病的发现早在公元 610 年，我国隋朝巢元方氏所著的诸病源侯总论中有癣侯篇，其中大部分指的是霉菌病，以后在明朝、清朝皆有癣病的记载。

国外霉菌的发现远在巴斯德氏 (Pasteur) 等发现细菌之先。1839 年许兰氏 (Schoenlein) 首次发现黄癣是由一种丝状菌所引起。同年林根白克氏 (Langenback) 在鹅口疮损害中发现有酵母样菌。1848 年，麻尔斯特氏 (Malmsten) 证明断发癣菌 (*Trichophyton tonsurans*) 亦可引起癣病。侍后陆续发现许多深在霉菌病，如隐球菌病及放线菌病等。

大部分致病霉菌在 1900 年以前已被分离培养成功，并已确定病原关系，共约有 60 余种。晚近霉菌的研究进展很快，发现许多新的致病霉菌，如非洲型组织胞浆菌 (*Histoplasma duboisii*)，链状芽生菌 (*Blastomyces loboi*) 引起链状芽生菌病 (Lobomycosis) 等。

皮肤癣菌中重新分离鉴定出许多新的菌种，如马类癣菌 (*Trichophyton equinum*) 以往归入石膏样癣菌；北非癣菌 (*Trichophyton gourvili*) 以往属于紫色癣菌；新鉴定出的菌种还有赤非癣菌 (*Trichophyton yaoundei*) 及猪小孢子菌 (*Microsporum nanum*)。红癣病原菌过去认为是纤细奴卡氏菌 (*Nocardia minutissima*)，近来研究证明是纤细棒状杆菌 (*Corynebacterium minutissima*)；腋毛癣菌过去认为是微小奴卡氏菌 (*Nocardia tenuis*)，现在认为是微小棒状杆菌 (*Corynebacterium tenuis*)。以前认为不完全菌纲中的致病菌，是无性生殖，现在有许多菌种发现了有性生殖。藻类本身是具有叶绿素属于绿藻菌纲的，对人类本来是不致病的，但近来发现几种失去叶绿素的藻类也可以致病，谓之无绿藻 (*Prototheca* SP.)，如大型无绿藻 (*P. Segbwema*) 及小型无绿藻 (*P. Wickerhamii*) 皆可以致病，称为无绿藻病 (Protothecosis)。这些无绿藻致病霉菌，其中一部分可以引起人类深部组织发生病变，甚至全身感染，严重者可以致死。

我国幅员辽阔，大部分地区处于温带和亚热带，有利于霉菌生长和繁殖，皮肤癣菌病为数不少，念珠菌病及放线菌病亦时有报导。解放后在党的革命卫生路线指引下，医疗卫生水平迅速提高，临床上发现了不少深在霉菌病，如 1951 年杨国亮氏报导上海有孢子丝菌病 (Sporotrichosis)；同年方亮等报导北京发现隐球菌病；1952 年尤家骏氏在济南报导有着色霉菌病，侍后各地陆续有不少报导。目前根据不完全统计，孢子丝菌病已报导 550 例；着色霉菌病已近 200 例，且有地区流行情况；至少见的球孢子菌病、组织胞浆菌病及鼻孢子菌病亦有病案报导；更常见的是念珠菌病发病率逐渐增多，目前由于临床上广谱抗菌素、皮质类固醇激素及免疫抑制药物的广泛应用，使人体内寄生的菌群失调发生了菌替代现象，敏感的细菌被消灭，相对的给念珠菌造成了优良繁殖的机会，念珠菌得以大量生长而致病，引起系统性念珠菌病，这在临床内科、小儿科、外科已有不少报导，所以霉菌病已引起临床医生相当的重视。

二、霉菌的概念 霉菌属于低等植物微生物的一类，它们的体积有大有小，小的需要在显微镜下检查，也有很大的，如我们吃的蘑菇在新鲜时能有小饭碗那么大；在我国长白山林区内有一种层孔菌，它横生在树干的基部，是一种棚架形的硬片，体积庞大，直径约有半尺多；在内蒙古草原上有一种霉菌名叫大马勃，质地如软木塞，直径也有半尺多；在捷克还发现一种木材腐朽菌，子实体直径达四米多，重 96 公斤。霉菌不论体积大小，本身都不含叶绿素，不能利用阳光制造养料和贮藏淀粉，所以它要依靠生物体里物质作为养料，营寄生或腐

生。一般植物都有明显根茎叶作为吸取营养及制造营养的器官，但霉菌体没有根茎叶的区别，寄生在动物体内组织的细胞壁或进入组织内吸取营养，或寄生在植物体内穿过细胞壁，直接吸取寄主细胞内的原生质。腐生霉菌直接与腐物接触，通过胞壁扩散作用获取养料。霉菌没有叶绿素，虽然不能制造食物，但如能供给一些碳水化合物如葡萄糖，它可利用有机或无机的氮源来综合自己的蛋白质，并能合成某种维生素，对过多的养料通常以肝糖或脂滴来贮存。

三、霉菌的分类 霉菌的分类法有植物界分类法和临床分类法两种。

(一) 植物界分类法：霉菌起源于植物，按国际分类顺序如下：

界 (kingdom)

门 (Phylum)

纲 (Class)

目 (Order)

科 (Family)

属 (Genus)

种 (Species)

界是类别中最大的，包括很多门，每门可以包括许多纲，如此分下去直到种，每一类别根据需要又可分为亚门、超纲、亚目、亚科等。

霉菌、细菌和粘菌的门、纲、目的学名字尾都是标准化的，如门的字尾是—mycophyta；纲的字尾是—mycetes或—myceteae；目的字尾是—ales；科的字尾是—aceae；种没有标准的字尾。另外亚纲、亚目、亚科的字尾分别是一 mycelidae、—ineae、—oideae。

霉菌命名国际上采用双名法，即由该菌的属和科名组成，前面是属。如念珠菌属，后面是种，如白色；即命名为白念珠菌，后面附上首次发现该菌人的名字和年份，如以后新有的发现或更改，再加上新发现人的名字，同时将原作者名字加上括号，并注上更改年份。

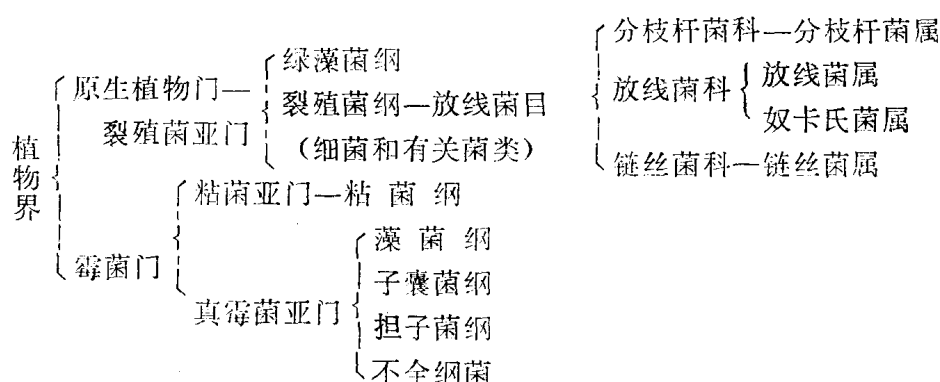
霉菌的分类依据霉菌的菌丝、孢子及菌落的形态而分门别类，但是由于霉菌种类繁多，形态复杂。且温度不同，生长时间长短，营养丰富与否，其形态各异，命名繁多，加之对某些霉菌的生活史又不清楚，因此霉菌在分类上造成了困难。目前的分类也是修改和充实的阶段。现根据 Conant 临床霉菌学最新分类列表如下：

霉 菌 分 类 表

Kingdom: Plantae	界: 植物
Division: Protophyta (Primitive Plants)	门: 原生植物
Sub-division: Schizomycophyta	亚门: 裂殖菌
Class: Schizophyceae (blue-green algae)	纲: 绿藻菌
Class: Schizomycetes	纲: 裂殖菌 (细菌和
(bacteria and related forms)	有关类)
Order: Actinomycetales	目: 放线菌
Family: Mycobacteriaceae	科: 分枝杆菌
Genus: Mycobacterium	属: 分枝杆菌
Family: Actinomycetaceae	科: 放线菌
Genus: Actinomyces	属: 放线菌

Genus: Nocardia	属: 奴卡氏菌
Family: Streptomycetaceae	科: 链丝菌
Genus: Streptomyces	属: 链丝菌
Division: Mycota(fungi)	门: 霉菌
Sub-division: Myxomycotina	亚门: 粘菌
Class: Myxomycetes(Slime molds)	纲: 粘菌
Sub-division: Eumycotina(true fungi)	亚门: 真正霉菌
Class: Phycomycetes(Water molds)	纲: 藻菌
Class: Ascomycetes(sac fungi)	纲: 子囊菌
Class: Basidiomycetes(mushrooms)	纲: 担子菌
Class: Deuteromycetes(imperfect fungi)	纲: 不全菌

以上分类简化列表如下:



以上这种分类方法与以往分类有些不同,它扩大了裂殖菌,将藻类列入裂殖菌亚门,上述裂殖菌类中的绿藻菌纲即藻类,本身含有叶绿素,能利用二氧化碳行光合作用,制造自己所需的养料,一般说是不致病的,但无绿藻可以引起人类疾患,统称无绿藻病 (Protothecosis)。

放线菌类其形态介于细菌和霉菌之间,菌体小呈棒状,又是裂殖,故似细菌,但有时生出很长的菌丝又似霉菌,其中有10余种可以致病。粘菌又称滑霉,菌体无胞壁,其胞浆和胞核可以顺势流动,对人无致病性。真正霉菌都有典型的菌丝,它们以有性生殖和无性生殖方式进行繁殖。霉菌共分四个纲:(1)藻菌纲:本纲除少数原始的单细胞外,其菌丝通常是不分隔的,称为无隔菌丝或合流菌丝,菌丝内胞浆及胞核可以在菌丝内顺势流动。可行有性生殖(卵孢子、接合孢子)和无性生殖。本纲中的毛霉菌属 (Mucor)、根霉菌属 (Rhizopus)、梨头霉菌 (Absidia) 与被孢霉菌 (Mortierella) 可以引起人类疾病。另外蛙粪霉菌 (Basidiobolus) 及虫霉菌 (Entomophthora) 亦可致病。(2)子囊菌纲:本纲菌丝分隔,它的有性生殖是子囊孢子,如酵母菌可以形成典型的子囊,亦可行无性生殖,本纲中球壳目中的何德氏毛结节菌 (Piedraia Hortai) 引起黑色毛结节病。(3)担子菌纲:菌丝分隔,其有性生殖产生特殊结构称为担子,可以产生担孢子。亦可行无性生殖,菌丝体具有特殊结构的锁状联合 (Clamp Connection),桥梁状的菌丝,许多担子菌的次生菌丝都有此特征。食用的银耳、木耳、香菇。药用的茯苓、灵芝,危害农作物的锈菌、黑粉菌皆属于担子菌纲。本纲中无致病菌,但若误食某种毒蕈,可以引起蕈中毒。(4)不全菌纲:菌丝分隔,只行无性生殖,尚未发现有性生殖,所以称为不全菌纲或半知菌纲,但是最近发现了本纲中有些

菌种的有性生殖，因此它们分类应该重新修订。本纲对人至为重要，因为大部分致病霉菌皆属于此纲。

(二) 霉菌临床分类：霉菌在临床上根据其侵犯人体的深浅部位而将致病霉菌分为浅部霉菌和深部霉菌两大类。

1. 浅部霉菌：这类霉菌主要侵犯人体皮肤、毛发和指（趾）甲，临床上称为癣，如头癣和甲癣等，它的范围较广，包括皮肤癣菌三个属及其他浅部霉菌，兹列举如下：

(1) 皮肤癣菌 (Dermatophytes)

① 毛癣菌属 (Trichophyton)

断发癣菌 (*Trichophyton tonsurans*)

石膏样癣菌 (*T. mentagrophytes*)

红色癣菌 (*T. rubrum*)

玫瑰色癣菌 (*T. Megninii*)

黄癣菌 (*T. Schoenleinii*)

叠瓦癣菌 (*T. concentricum*)

紫色癣菌 (*T. Violaceum*)

疣状癣菌 (*T. Verrucosum*)

猴类癣菌 (*T. Simii*)

马类癣菌 (*T. equinum*)

北非癣菌 (*T. gourvilii*)

西非癣菌 (*T. soudanense*)

赤非癣菌 (*T. yaoundei*)

埃泽楼氏癣菌 (*T. ajelloi*)

② 小孢子菌属 (*Microsporum*)

铁锈色小孢子菌 (*M. ferrugineum*)

粉小孢子菌 (*M. fulvum*)

奥杜盎氏小孢子菌 (*M. audouinii*)

羊毛状小孢子菌 (*M. lanosum*)

石膏样小孢子菌 (*M. gypseum*)

歪斜形小孢子菌 (*M. distortum*)

鸡禽类小孢子菌 (*M. gallinae*)

猪小孢子菌 (*M. nanum*)

③ 表皮癣菌属 (*Epidermophyton*)

絮状表皮癣菌 (*E. floccosum*)

(2) 其它癣菌

花斑癣菌 (*Malasszia furfur*)

红癣菌 (纤细棒状杆菌) (*Corynebacterium minutissimum*)

腋毛癣菌 (微小棒状杆菌) (*Corynebacterium tenuis*)

掌黑癣菌 (*Cladosporium palmaris*)

东方掌黑癣菌 (曼逊氏分枝孢子菌) (*C. mansoni*)

西方掌黑癬菌 (威尔尼克氏分枝孢子菌(C.Wernecki)

毛结节菌(piedraia)

亚洲型毛结节菌 (何德氏毛结节菌)(p.hortai)

欧洲毛结节菌 (伯吉利氏毛孢子菌 Trichosporon beigeli)

2. 深部霉菌: 不但侵犯皮肤、粘膜, 而且可以侵犯肌肉、骨骼和内脏谓之深部霉菌。根据来源的不同又可以分为两种: 一种是内生性 (endogenous), 这一组致病霉菌, 在正常健康人的皮肤粘膜可以检查到, 正如健康人通常的葡萄球菌、肺炎球菌和脑膜炎球菌的带菌者一样, 正常情况下是不致病的, 但在人体抗力减低, 适于霉菌生长繁殖的情况下, 它可以致病。一般说这类霉菌病并不传染其他人, 故称为内生性。另一种为外袭性 (exogenous), 这一类霉菌大多存在于自然界里, 由于人体接触外界菌体而感染, 故称为外袭性。深部霉菌包括范围很广, 兹列举如下:

新形隐球菌 (Cryptococcus neoformans)

白念珠菌 (Candida albicans)

孢子丝菌 (Sporotrichum Schenckii)

着色霉菌 (Dematiaceous fungi)

组织胞浆菌 (Histoplasma Capsulatum, H. duboisii)

皮炎芽生菌 (Blastomyces dermatitidis)

巴西芽生菌 (Blastomyces brasiliensis)

链状芽生菌 (Blastomyces loboi)

球孢子菌 (Coccidioides immitis)

鼻孢子菌 (Rhinosporidium seeberi)

曲菌 (Aspergillus)

毛霉菌 (Mucor)

尖端单孢子菌 (Monosporium apiospermum)

念珠地丝菌 (Geotrichum candidum)

放线菌 (Actinomyces israelii, A. bovis)

奴卡氏菌 (Nocardia sp.)

链丝菌 (Streptomyces sp.)

无绿藻 (Prototheca sp.)

四、霉菌的一般形态和构造

(一) 菌丝体 (Mycelium, 复数 Mycelia)

1. 孢子 (Spore): 孢子为霉菌的原始细胞, 最小的生殖单位。孢子有大有小, 形态不一, 有梨形、圆形、方形、椭圆形、棒状、牛角状及螺旋形等。有的孢子分隔 (Septa, 单数 Septum), 有横隔、纵隔及纵横分隔等各种形态。孢子的颜色有透明、绿色、黄色、橙色、红色、棕色到黑色等各种色泽。孢子的构造随菌种不同略有差异, 但其基本构造是一致的。在电子显微镜下孢子的构造如下: 孢壁分内外两层, 外壁狭, 内壁阔, 清彻而透明, 孢壁主要由甲壳质及纤维素所组成, 它的外壁与组织直接接触, 具有抗原性, 构成霉菌的免疫基础。孢壁内充满孢浆, 紧靠细胞内壁的一层膜, 谓之浆膜 (plasma membrane), 孢浆内有胞核, 有单核的如白念珠菌、新形隐球菌、红色癣菌和组织胞浆菌等, 或多核的如巴西芽

生菌、皮炎芽生菌、球孢子菌等，胞核外有核膜，内有一个或多个核仁，核周绕以线粒体（mitochondria），可以呈长条、圆形或管状及内质网（endoplasmicreticulum）为双层膜，其上常有核糖（Ribosome）附着，此外，孢浆内常有大小空泡，脂滴和糖原颗粒，但无高尔基体，新形隐球菌电子显微镜下结构见图11。

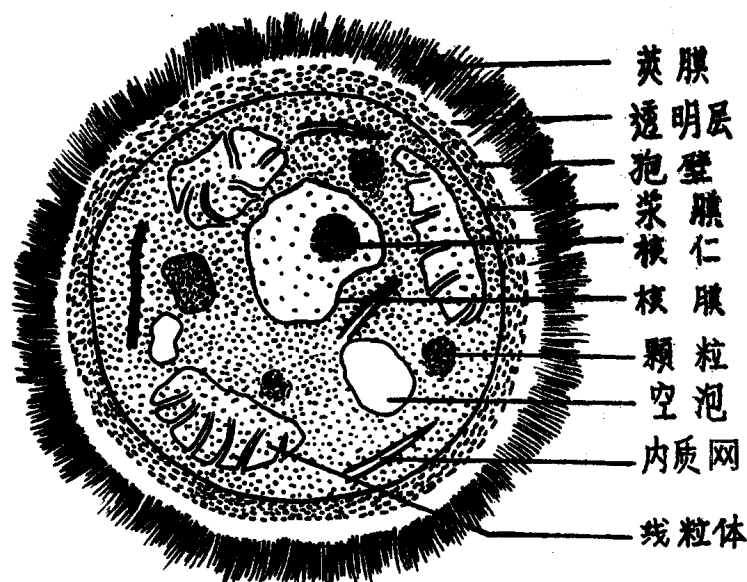


图11 新形隐球菌在电子显微镜下结构（选自上医真菌检验）

2. 菌丝的生长：霉菌孢子在适宜的环境下，孢子发芽生出一个或数个嫩芽，谓之芽管（Germ tube），芽管逐渐向前伸长呈丝状，称为菌丝（hyphae，单数hypha）。菌丝继续生长向两侧分枝，互相缠绕而形成疏松的网状、絮状或绒毛状，称为菌丝组织（mycelium，复数mycelia）。

3. 菌丝组织的构造：当菌丝生长时，有一部分菌丝向培养基内生长，好象一般植物的根深入到培养基内，以吸取下层物质中的养料，这种菌丝称为营养型菌丝组织（Vegetative mycelium）。另外一部分菌丝在培养基表面生长，如同一般植物的枝叶，称为升空型菌丝组织或气生菌丝（aerial mycelium）。某些升空型菌丝组织的一侧或末端生长孢子，此段菌丝组织称为生殖型菌丝组织（reproductive mycelium）。其生殖孢子的末端菌丝，称为生殖孢子菌段，或称分生孢子柄（Conidiophore）。生殖孢子菌段依其各种不同的形式有不同的名称，如末端膨大的称为生芽头或称囊轴（Columella）；有的末端分枝形如手指称为擎丝或小梗（sterigmata）；有的末端分枝形如酒并，称为瓶形擎丝或瓶梗（phialide），有的末端分枝如毛笔状称为毛笔状结构或轮生（Verticillate）。

4. 菌丝的形态

（1）单纯菌丝：菌丝有无节及有节之分。大多数菌丝在生长中菌丝中间生成若干横膈，称为有隔菌丝（septate hyphae）。唯藻菌纲中的菌丝体无隔，在菌丝管道中含有许多细胞核，原浆可以顺势流通，此种菌丝称为无隔菌丝（non-septate-hyphae）或称合流菌丝（Coenocytic hyphae）。菌丝有粗有细，原浆有浓有淡。菌丝的颜色有透明、暗褐、黑色、淡

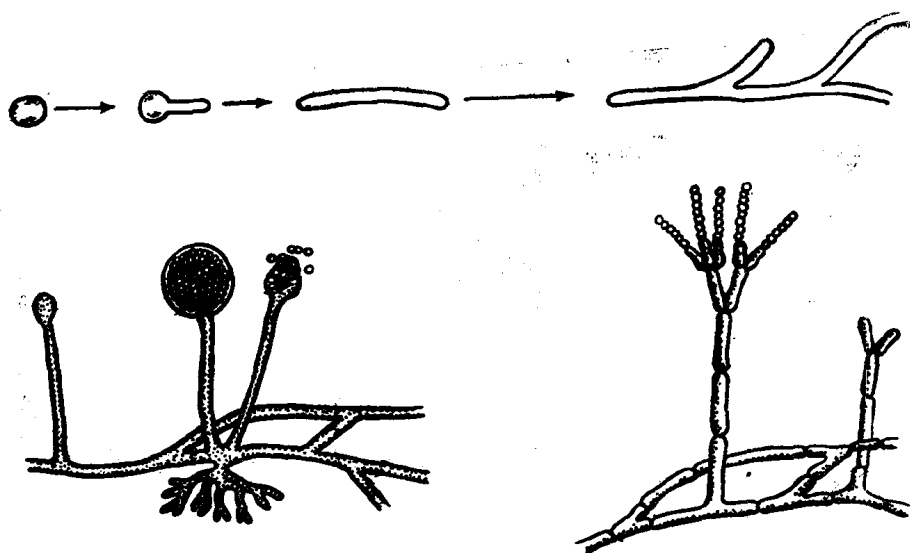


图12 霉菌菌丝的发育过程及菌丝组织的构造

红、鲜红等各种色泽。有的菌丝分泌某些有机物质附在菌丝的表面。

(2) 球拍菌丝 (racquet hyphae)：菌丝体一端膨大，互相连接成串，粗细不一，犹如数个球拍联接在一起，在皮肤癣菌中经常发现这种菌丝。

(3) 破梳状菌丝 (pectinate hyphae)：菌丝体较宽，菌丝的一侧有不规则的突起，如破梳状，在皮肤癣菌中常见到此种构造。

(4) 螺旋状菌丝 (Spiral hyphae)：菌丝体弯曲如螺旋状，旋距有密有疏，有大有小，其螺环1—30个不等，在皮肤癣菌中可以见到此种构造。

(5) 结节体或结节状器管 (Nodular organs)：菌丝体在生长过程中菌丝的末端可自行缠绕，或与另一条菌丝互相缠绕而成结节状，在皮肤癣菌中可以见到此种构造。

(6) 鹿角菌丝 (Favic chandeliers)：菌丝末端膨大有不整形的突起及分枝如鹿角状，见于黄癣菌。

(7) 结节状菌丝 (Nodular hyphae)：菌丝体粗细不一，边缘不整，有不规则的结节状突起，在皮肤癣菌中可以查到。如叠瓦癣菌。

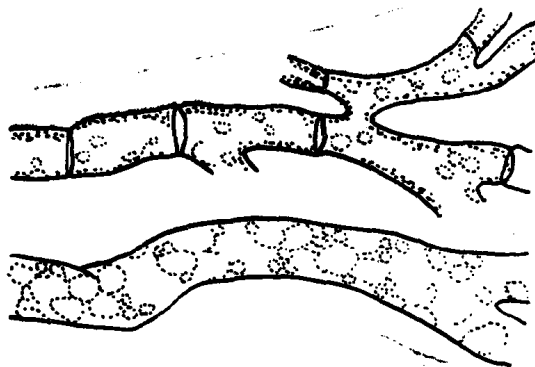


图13 有隔菌丝和无隔菌丝

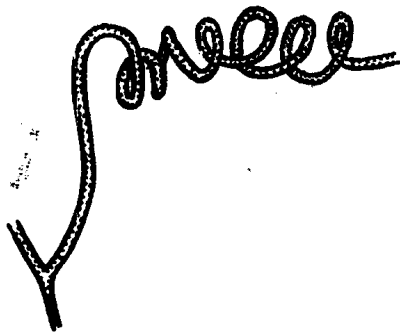


图14 螺旋状菌丝



图15 结节状菌丝

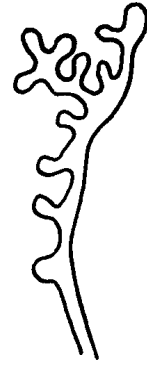


图16 破梳状菌丝

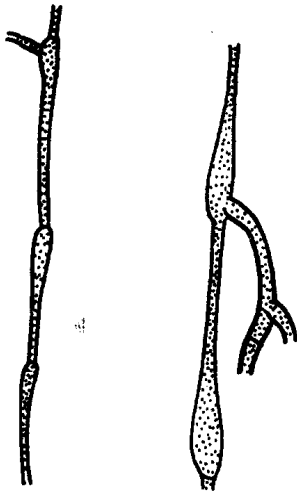


图17 球拍菌丝

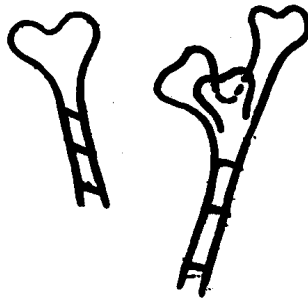


图18 鹿角状菌丝



图19 结节状器官

(二) 霉菌的繁殖方式和孢子类型

霉菌的生殖能力很强，其方式也是多种多样，它们通过各种无性孢子和有性孢子来繁殖，分为无性生殖 (asexual) 及有性生殖 (sexual) 两种。不同菌种其生殖孢子和生殖孢子菌段也不同，种类繁多，是鉴别霉菌的重要依据。

1. 有性生殖：霉菌的四个纲，除不全菌纲多为无性生殖外，其余三纲，藻菌纲、子囊菌纲及担子菌纲，皆具有性生殖。霉菌的有性生殖是通过雄性和雌性细胞的相互结合，产生一种特定形态来繁殖的，所产生的孢子有四种类型：即藻菌纲中的卵孢子及接合孢子；子囊菌纲中的子囊孢子；担子菌纲中的担孢子。现分述如下：

(1) 卵孢子 (Oospore)：为藻菌纲所独有，由两个大小不同的多核配子囊结合发育而成，其小型管状配子囊称为藏精器 (antheridium)，大型的称为藏卵器 (Oogonium)，藏卵器的原生质与藏精器配合前常缩成一个或数个原生质团，名叫卵球。藏精器的细胞质和细胞核，通过授精管而进入藏卵器与卵球配合即为卵孢子。

(2) 接合孢子 (Zygospore)：此种孢子亦为藻菌纲所有。接合孢子是由两个相同形

态的菌丝末端互相接触，逐渐形成一个细胞，其中细胞质及细胞核互相配合，形成厚膜孢子即谓接合孢子，毛霉菌中的有性生殖大都属于这一类。

(3) 子囊孢子(ascospore)：子囊孢子为子囊菌纲所特有，简单的结构是两条菌丝末端的细胞互相结合后，经质配和核配变大而为子囊。子囊是一种囊状结构，有圆形、棒状或圆筒状，形式不一。典型的子囊里面含有八个子囊孢子，子囊成熟破裂，子囊孢子破囊而出，每个孢子又继续生长繁殖，如致病菌中尖端单孢子菌(Monosporium apiospermum)及何德氏毛结节菌(piedria Hortai)皆属子囊菌纲。

(4) 担孢子(Basidiospore)：此为担子菌纲所独有，系由于两个细胞核，在菌丝顶细胞内配合后，细胞逐渐膨大，变成担子，然后在担子柄上生出四个小梗，每个小梗末端生长一个孢子即为担孢子。担子菌纲中无致病菌，常见于枯树上生长的蕈类。大括弧状菌(Bracket Fungus)和麦锈病、黑穗病的病原菌皆属此类。

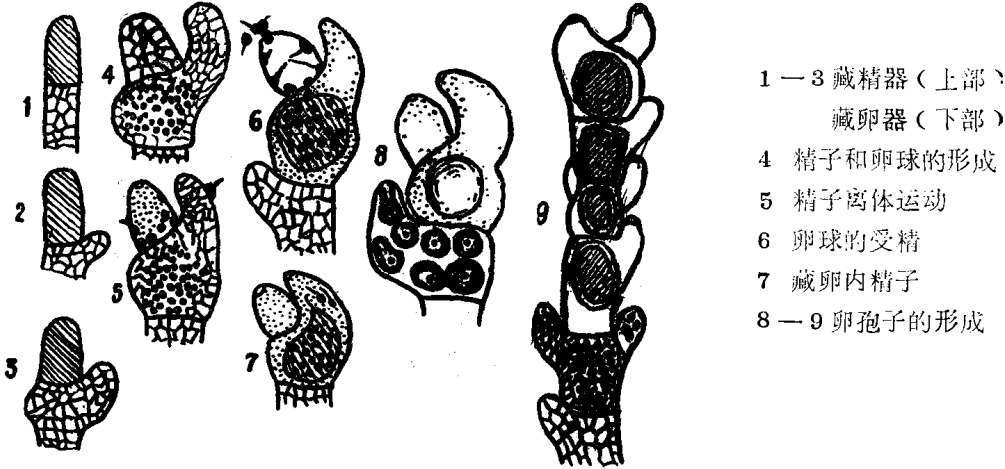


图20 卵孢子的形成

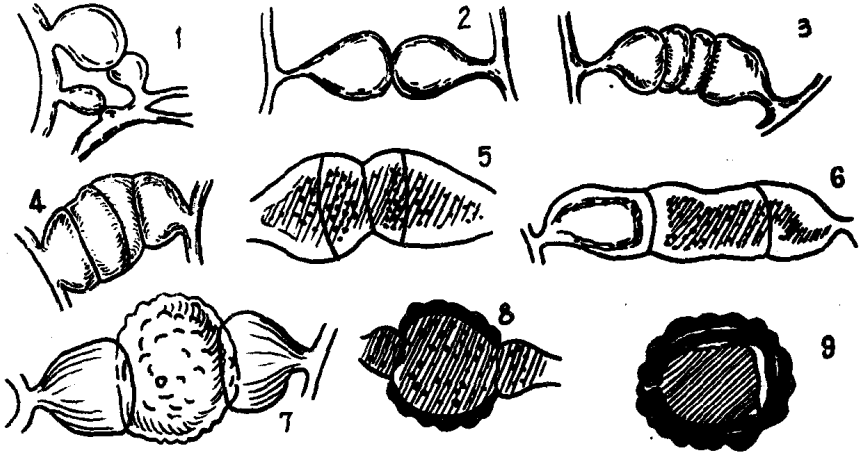


图21 接合孢子的形成

1~2 两枝菌丝末端相接 3~5 配偶子的形成
6 配偶子囊的接合 7~9 受合孢子的形成

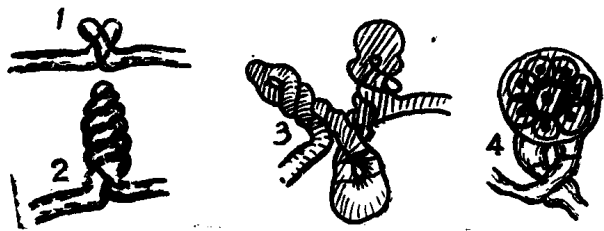


图22 原始子囊孢子的形成
1. 两枝菌丝末端相接 2. 两枝菌丝相互缠绕
3. 接合部膨大 4. 子囊孢子的形成

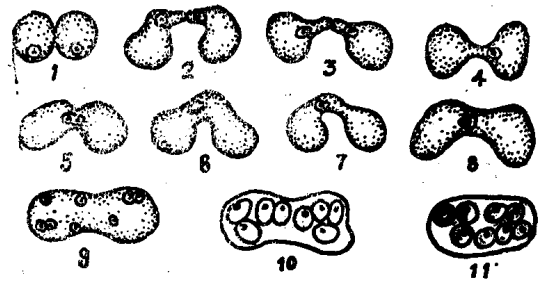


图23 酵母菌子囊孢子的形成

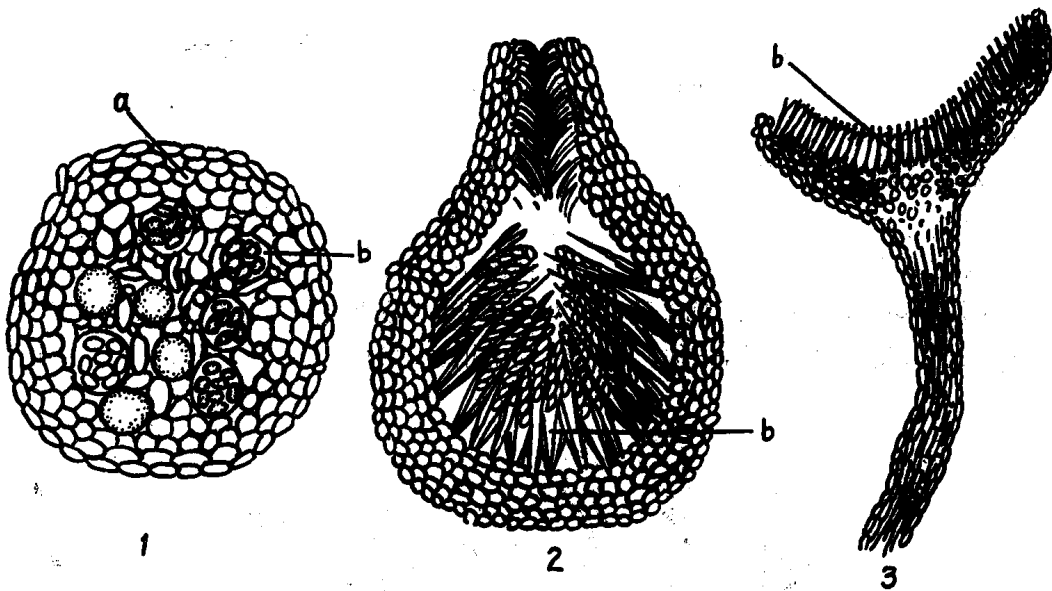


图24 子囊果的形成
1. 闭孢子囊果 2. 开口子囊果 3. 碟形子囊果 a. 子囊果 b. 子囊

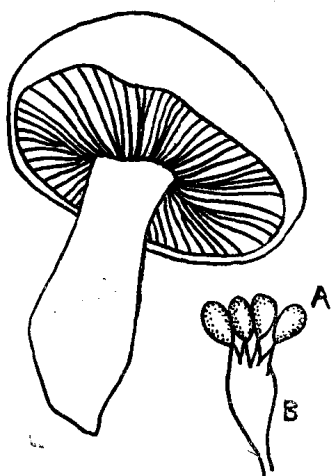


图25 担孢子的形成
A. 担孢子 B. 担子柄

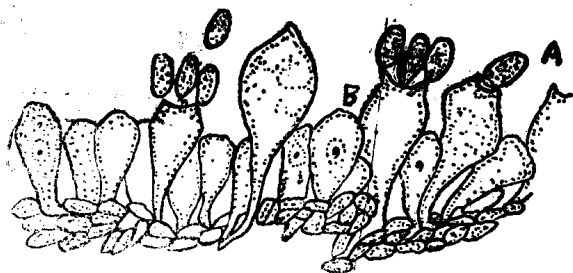


图26 担孢子的形成
A. 担孢子 B. 担子柄

2. 无性生殖：霉菌的无性生殖是指不经过两性细胞的结合而产生新的菌丝和孢子，大多数霉菌是通过无性生殖来繁殖的，其形式繁多，结构复杂，如细胞裂殖，菌丝变形和菌丝直接生长孢子等各种形式，大多数致病霉菌的生殖方法皆属于此类。兹分述如下：

(1) 菌丝孢子 (thallospore) 又名无梗孢子：即由菌丝变形、发芽等直接形成的孢子有以下三种。

①芽生孢子 (Blastospore)：这种孢子是由母孢子发芽而形成的，当芽生孢子生长到一定大小，成熟时即脱离母孢子，单独成为一个新生个体，如酵母菌；有的芽管生得很长似条状菌丝，如新形隐球菌；另外一型芽生孢子不能脱离母体，而在芽生孢子上再生长芽生孢子，且向左右分枝，芽生孢子互相联接，形如菌丝，但联接处有明显狭窄，不象真正的菌丝粗细一致，且有整齐的分隔，此型芽生孢子称为假菌丝，如白念珠菌。

②厚壁孢子 (chlamydospore)，或称衣孢子；霉菌处在不利的环境中，菌丝中某些孢子细胞质密集，孢子的体积变大，孢壁变厚，抗力增强，称为厚壁孢子，这种孢子生长在菌丝末端的称为顶端衣孢子 (terminal chlamydospore)；生长在菌丝一侧的称为侧生衣孢子 (lateral chlamydospore)，生长在菌丝之间的称为中间衣孢子 (intercalary chlamydospore)，衣孢子的有无是诊断念珠菌的依据。

③关节孢子 (arthrospore)：菌丝在生长中，菌丝细胞在横隔处裂断，形成短柱状、筒状或两端椭圆的菌丝孢子，称为关节孢子。此种孢子在新鲜培养基上，又可生成新的菌丝，如地丝菌 (Geotrichum)，球孢子菌 (Coccidioides) 及卵霉菌 (Oospora)，皆可产生此种孢子。此种孢子和关节菌丝同属一种，如关节孢子相连即为关节菌丝，分离即为关节孢子。

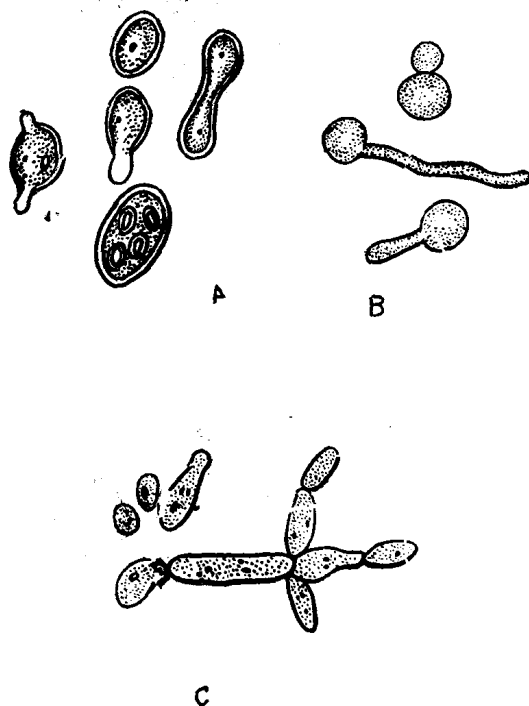


图27 芽生孢子
A. 酵母菌 B. 隐球菌 C. 白念珠菌