

第二章 真核微生物的形态、构造和功能 (4学时)

- ◆ 第一节 真核微生物概述 (2学时)
 - ◆ 1.真菌细胞的形态构造及其功能
 - ◆ 2.真核生物与原核生物的比较
 - ◆ 3.真菌的繁殖
 - ◆ 4.真菌的群体特征
- ◆ 第二节 真核微生物的主要类群 (2学时)
 - ◆ 1.霉菌
 - ◆ 2.酵母菌
 - ◆ 3.蕈菌



无隔菌丝

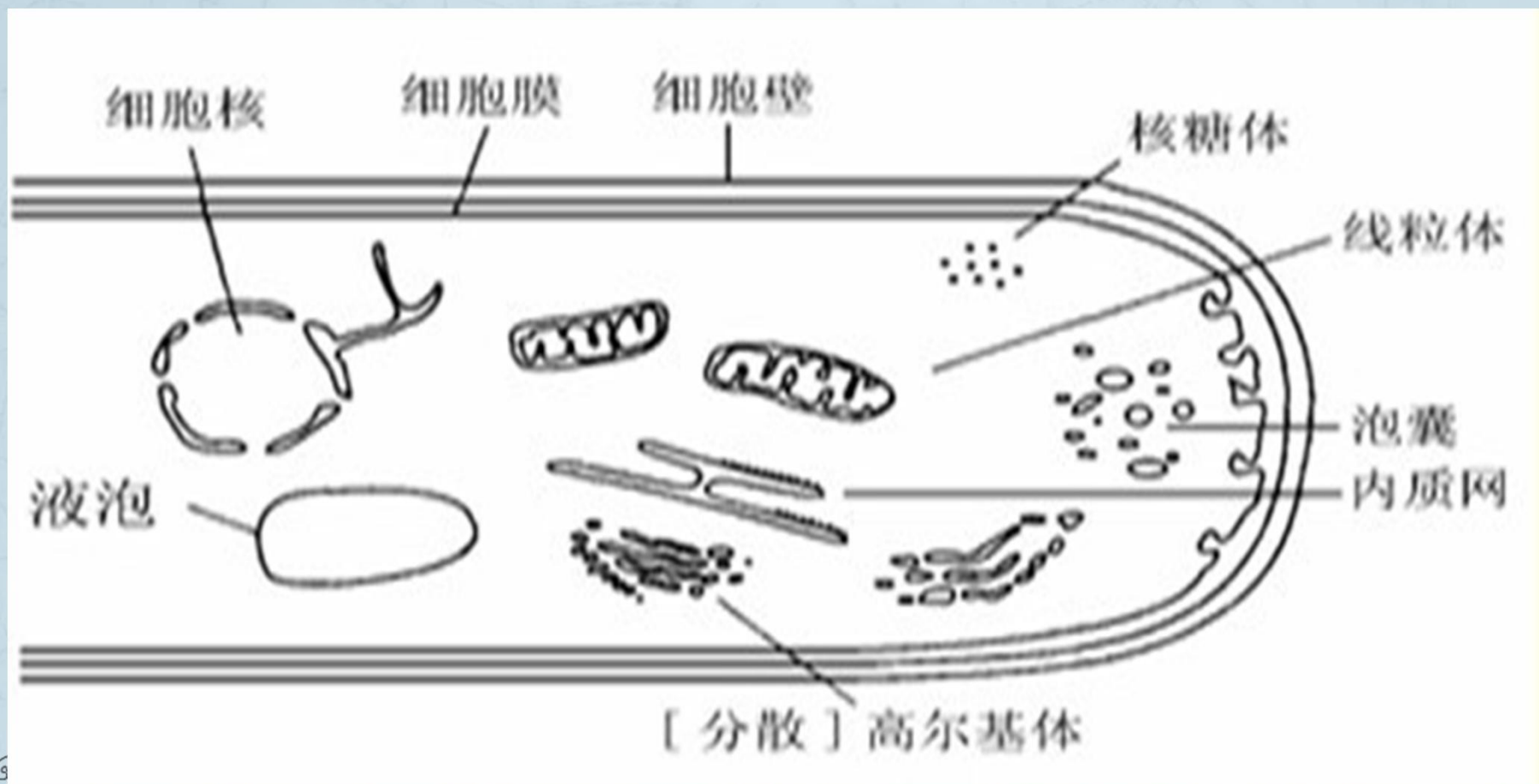


有隔菌丝



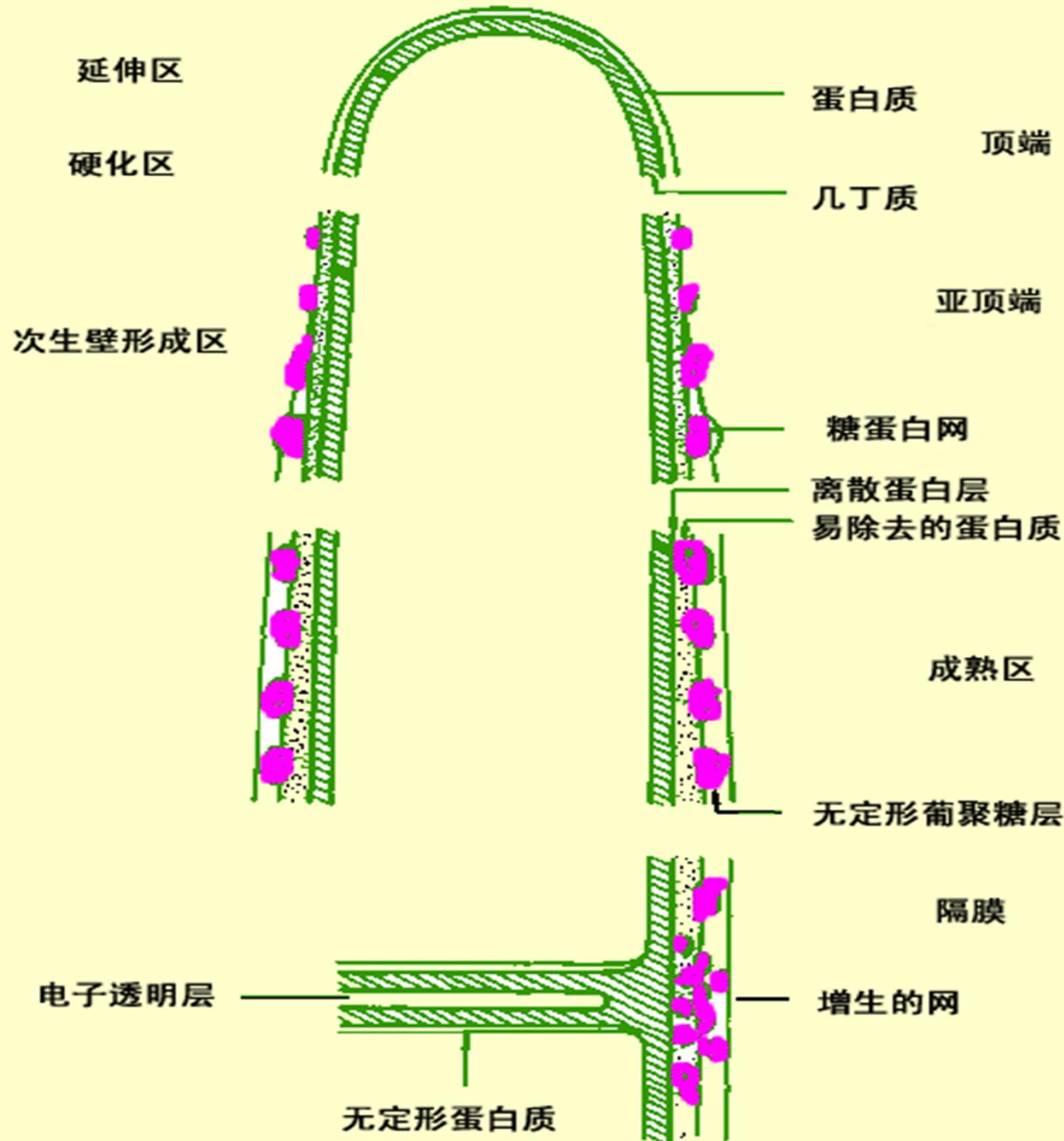
第一节 真核微生物概述 (2学时)

一、真菌细胞的形态构造及其功能



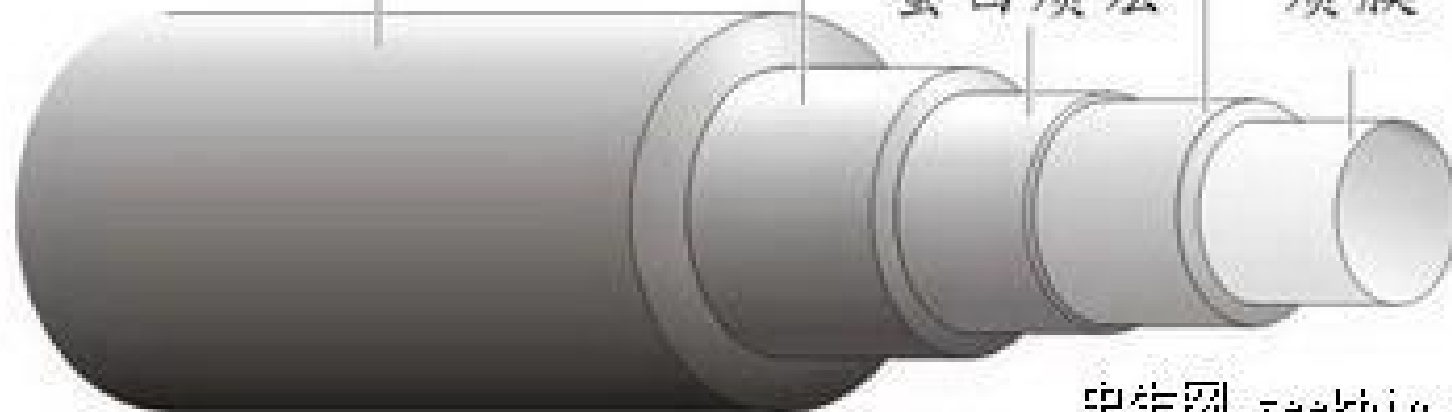
(一)、细胞壁

- ◆ 具有细胞壁的真核微生物主要是真菌和藻类。真菌细胞壁的主要成分是多糖，另有少量的蛋白质和脂类。多糖构成了细胞壁中有形的微纤维与无定形基质的物质基础。
- ◆ 不同的真菌，其细胞壁所含的多糖种类也不同，在低等真菌中以纤维素为主，酵母菌以葡聚糖和甘露聚糖为主，高等陆生真菌以几丁质为主

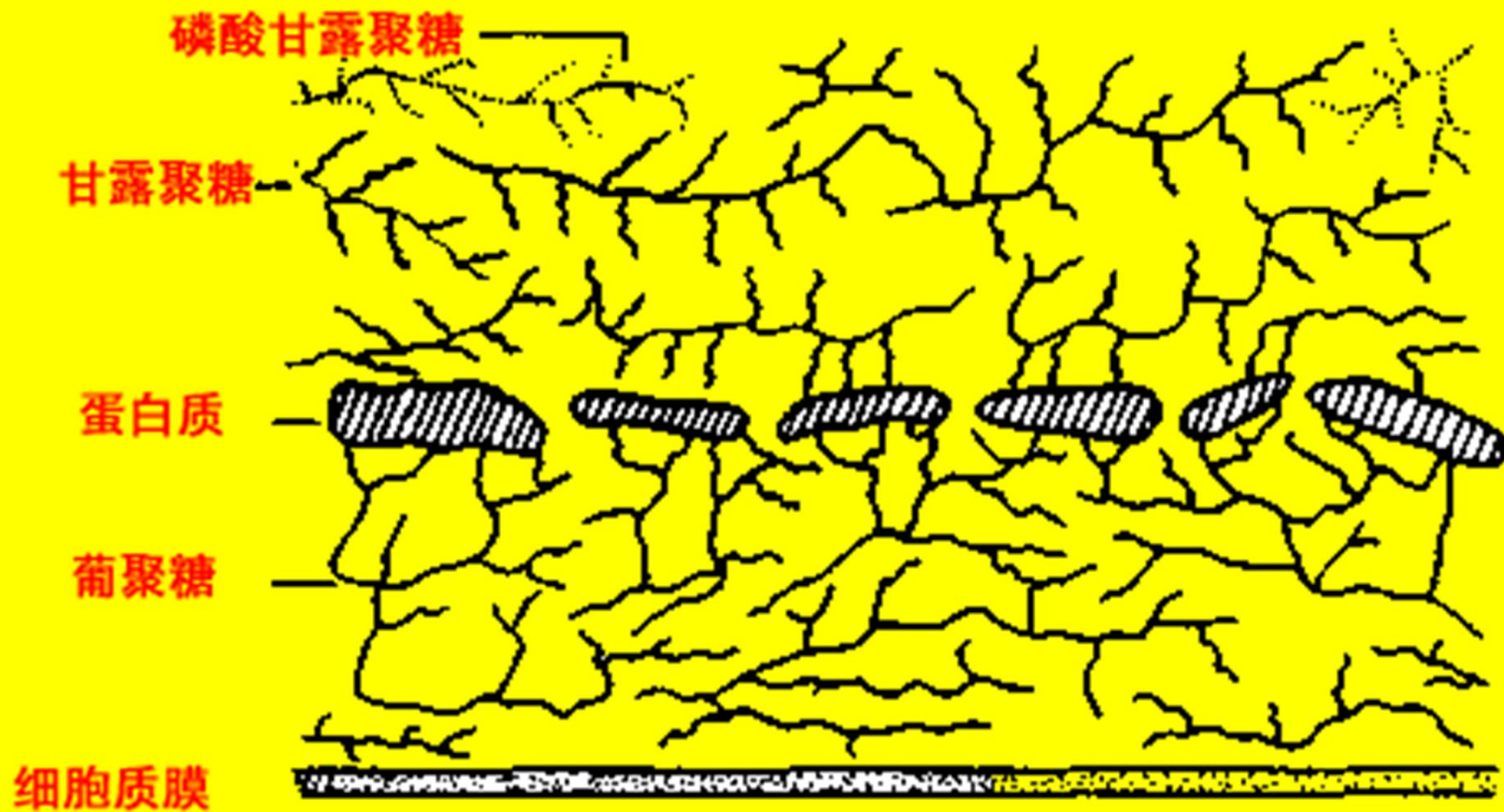


Neurospora crassa 的菌丝分化及其细胞壁的成分

无定形葡聚糖层 糖蛋白网 几丁质微细纤维层
蛋白质层 质膜



中生网 seekbio.com

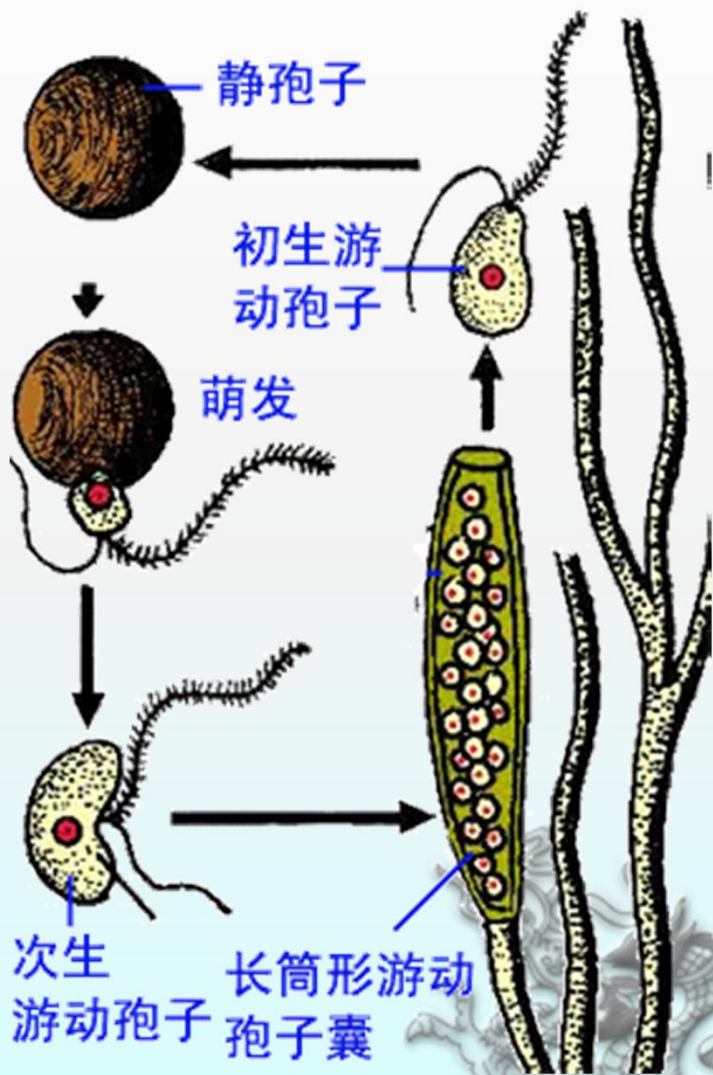


酵母菌细胞壁中主要成分的排列

酵母菌细胞壁以葡聚糖和甘露聚糖为主。

(二)、鞭毛与纤毛

- ◆ 在有些真核微生物细胞的表面长有或长或短的毛发状细胞器，具有运动功能，较长者（150—200 μm ）称鞭毛，一般只有1—2根；较短者（5—10 μm ）称为纤毛，数量众多。
- ◆ 由基体（9（三联微管）+0结构）、过渡区和鞭杆（9（二联微管）+2结构）三部分组成。整条鞭杆由细胞质膜包裹。
- ◆ 运动是利用ATP水解释放的能量，做挥鞭式运动。



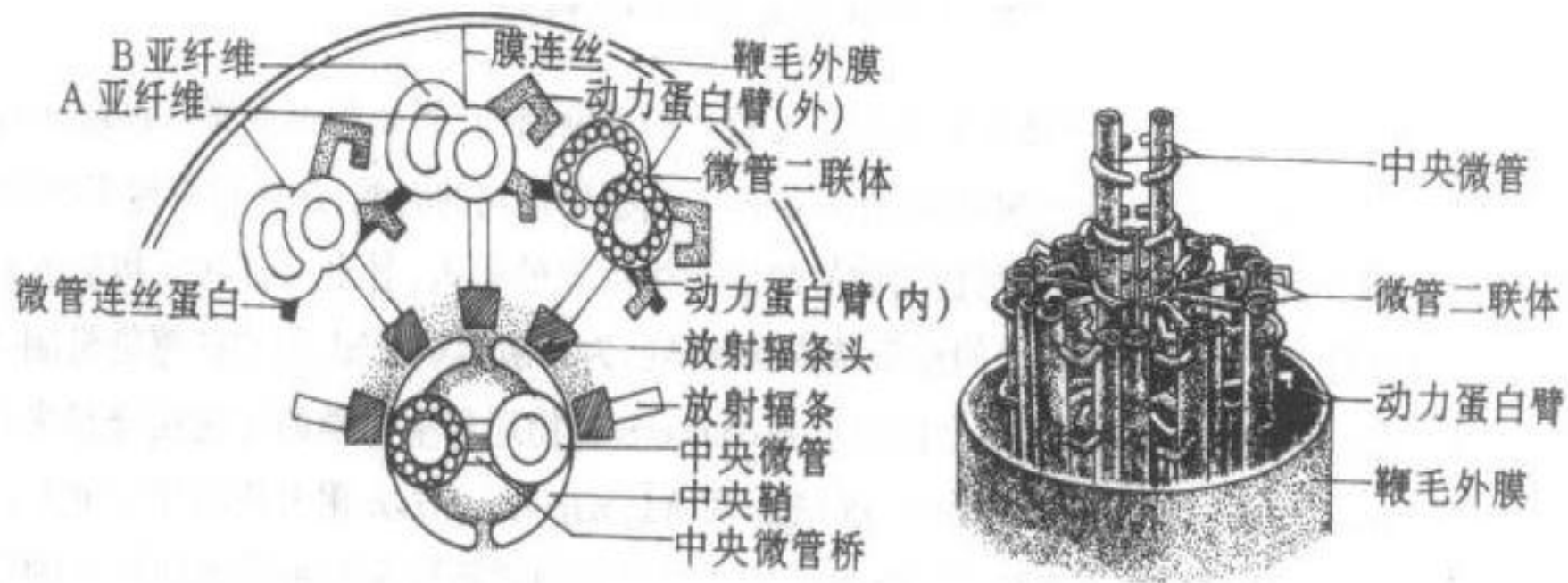
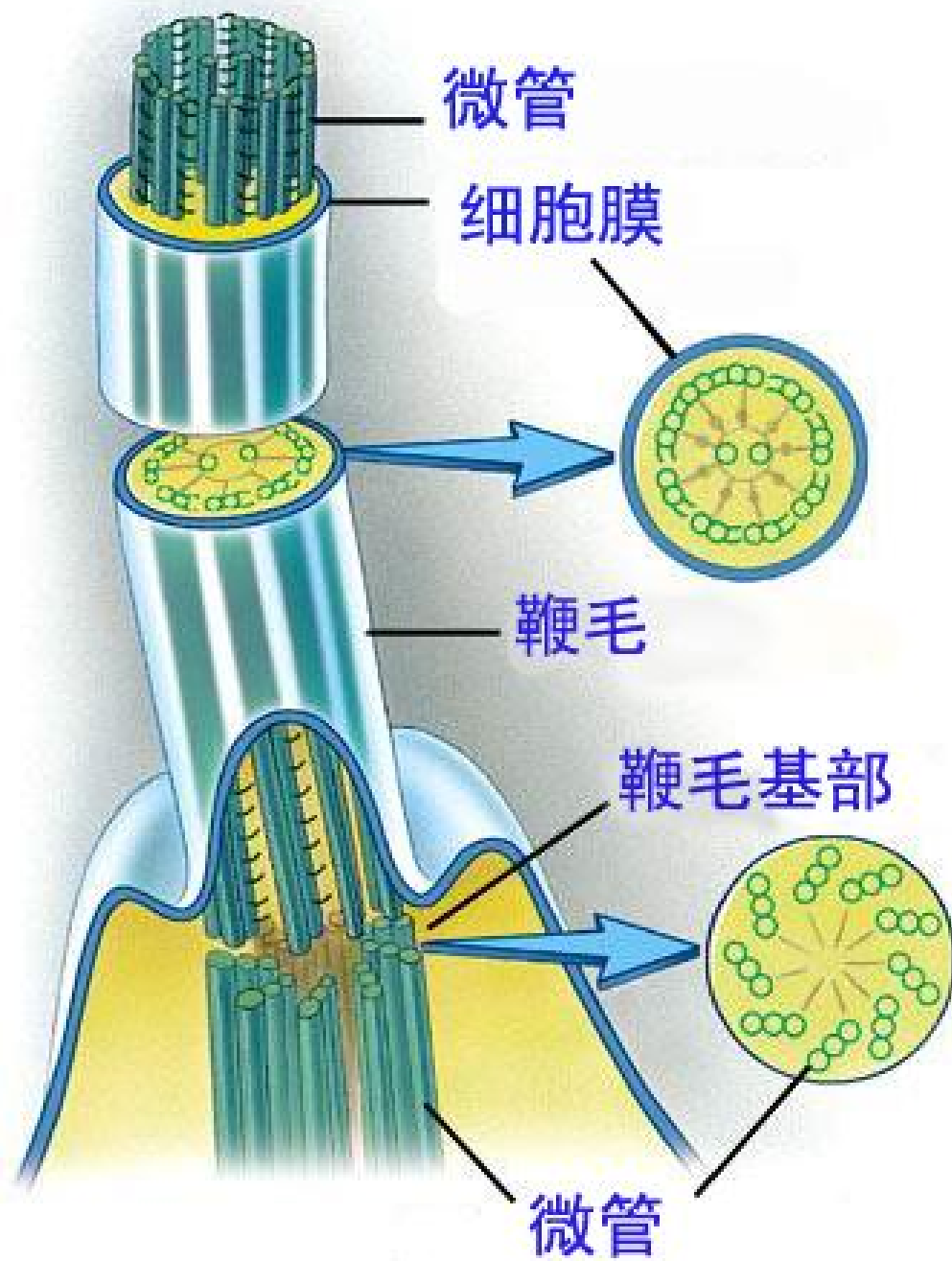


图 3-24 真核微生物的“9+2”型鞭毛
(左为鞭杆横切面;右为鞭杆的立体模型)



(三)、细胞质膜

- ◆ 在构造和功能上与原核细胞相似，主要不同是：**含固醇**；**不含电子传递链**；无基团转移运输功能；具吞噬作用；有糖脂（细胞间识别受体）；有磷脂酰胆碱。

(四)、细胞核

- ◆ 是细胞内遗传信息的储存、复制和转录的主要场所，外形为球状或椭圆体状。由核被膜、染色质、核仁和核基质等组成。
- ◆ 染色质是由DNA、组蛋白、其他蛋白（与DNA的复制和转录有关的酶等）、少量的RNA组成的一种线形复合构造，其基本单位是核小体。
- ◆ 当细胞进行有丝分裂或减数分裂时，染色质丝经盘绕、折叠、浓缩后，变成在光学显微镜下可见的棒状结构，即为染色体。

细胞核

- ◆ 核被膜：包在细胞核外，有两层厚度7—8nm的膜组成，两层膜之间夹着宽约10—50nm的空间，称为核周间隙。核被膜上有许多核孔，40—70nm，是细胞核与细胞质间进行物质交换的选择性通道。
- ◆ 核仁富含蛋白质和RNA，圆形或椭圆形没有膜包裹。是合成rRNA和装配核糖体的部位。（霉菌有丝分裂时核膜、核仁不消失，此点与其他真核生物不同）。
- ◆ 核基质（旧称核液）：是充满与细胞核空间的、由蛋白纤维组成的网状结构，具有支撑细胞核和提供染色质附着点的功能。

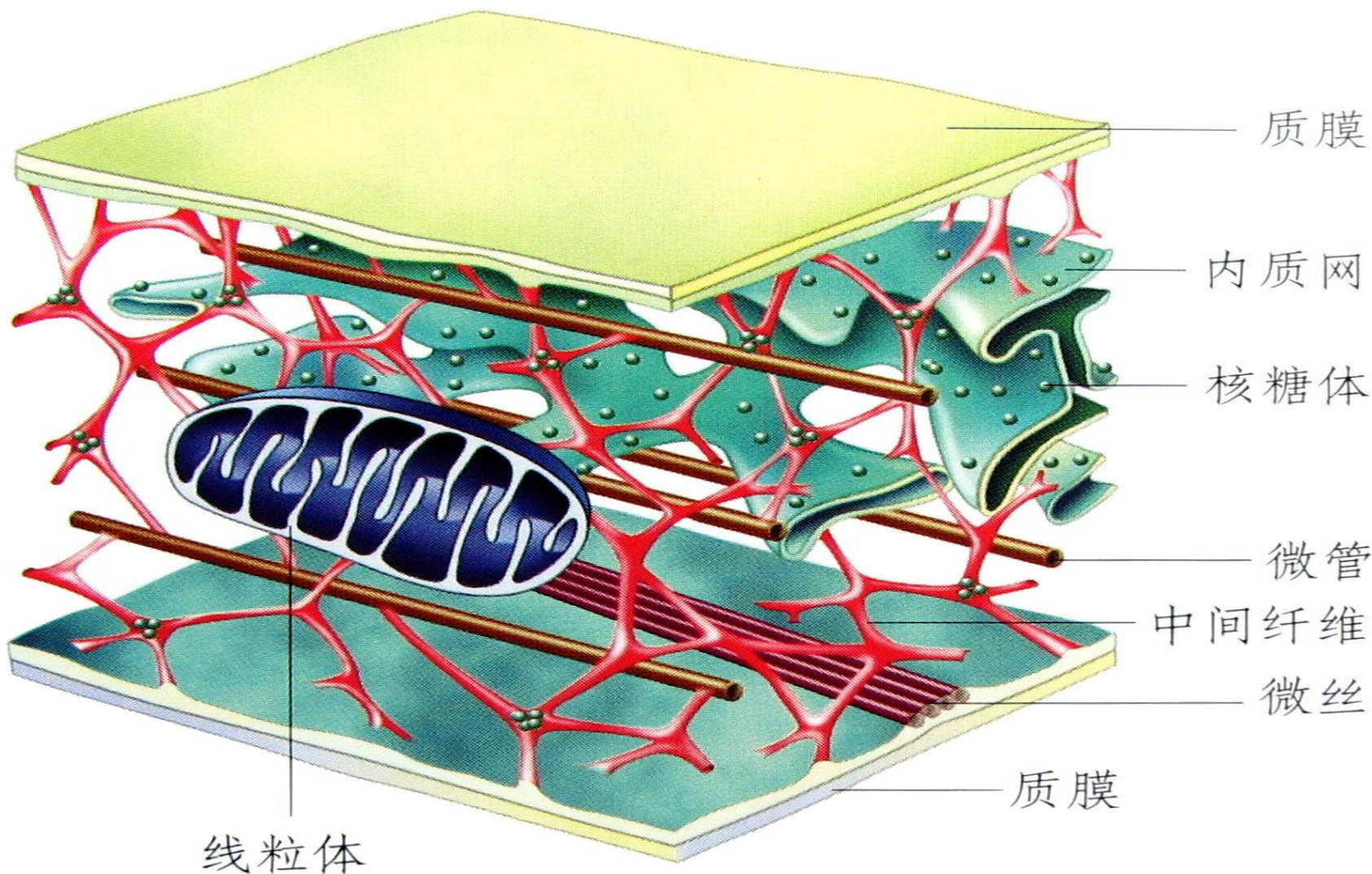
(五)、细胞质和细胞器

◆ 1, 细胞基质

- ◆ 在真核细胞质中，除可分辨的细胞器以外的胶状溶液称为细胞基质。含有细胞骨架、蛋白质，各种内含物和中间代谢产物等，是细胞代谢的重要基地。

细胞骨架

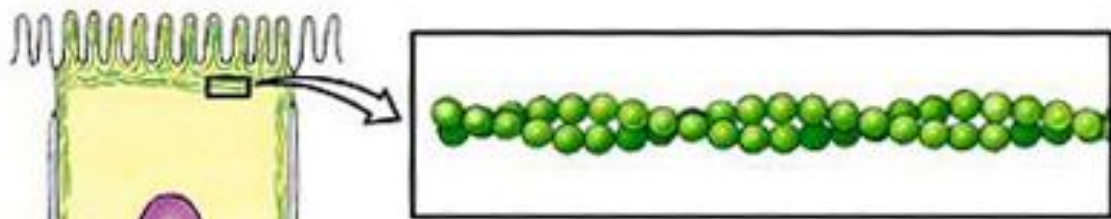
- ◆ 细胞骨架：是由微管、肌动蛋白丝、中间丝三种蛋白纤维构成的细胞支架。
- ◆ 微管，直径24nm的中空管状纤维，具有支持、运动功能，还可构成细胞分裂时的纺锤体以及鞭毛和纤毛。
- ◆ 肌动蛋白丝，又称微丝，宽4—7nm的实心纤维，若提供ATP形式的能量，会发生收缩。
- ◆ 中间丝（中间纤维），直径8—10nm的蛋白纤维，具有支持和运动功能。



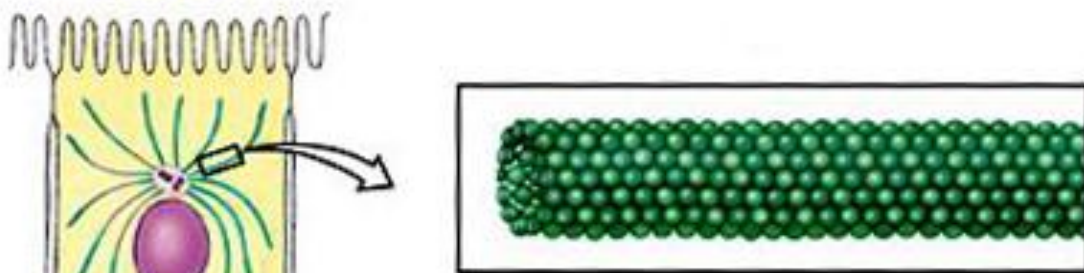
细胞骨架

细胞骨架的
三种蛋白质
纤维

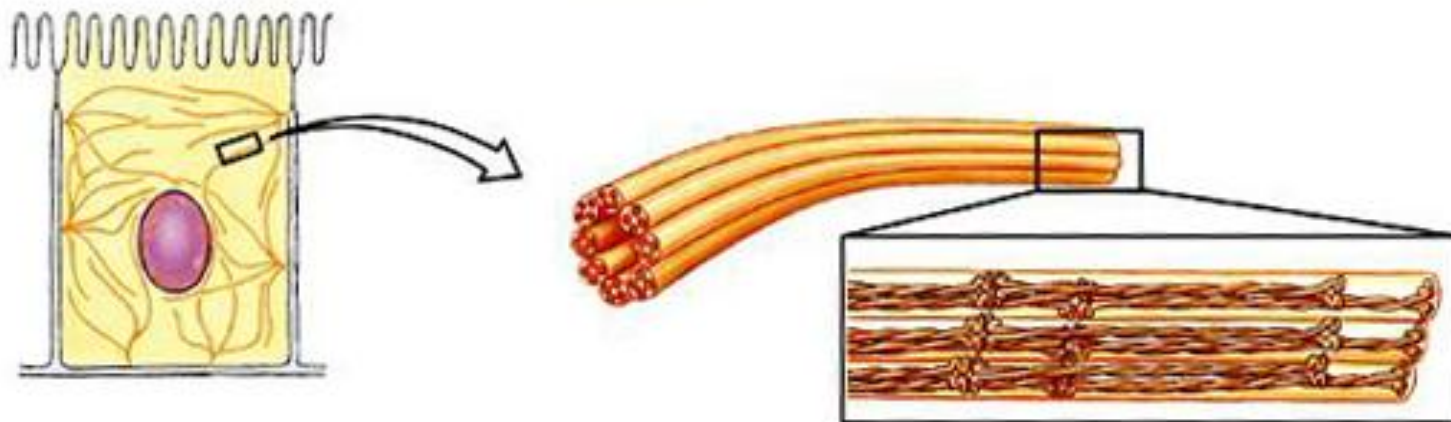
微丝



微管



中等纤维



2、内质网和核糖体

- ◆ 内质网指细胞质中一个与细胞基质相隔离，但彼此相通的囊腔和细管系统。由脂质双分子围成。其内侧与核被膜的外膜（核膜）相通，核周间隙也是内质网腔的一部分。

内质网

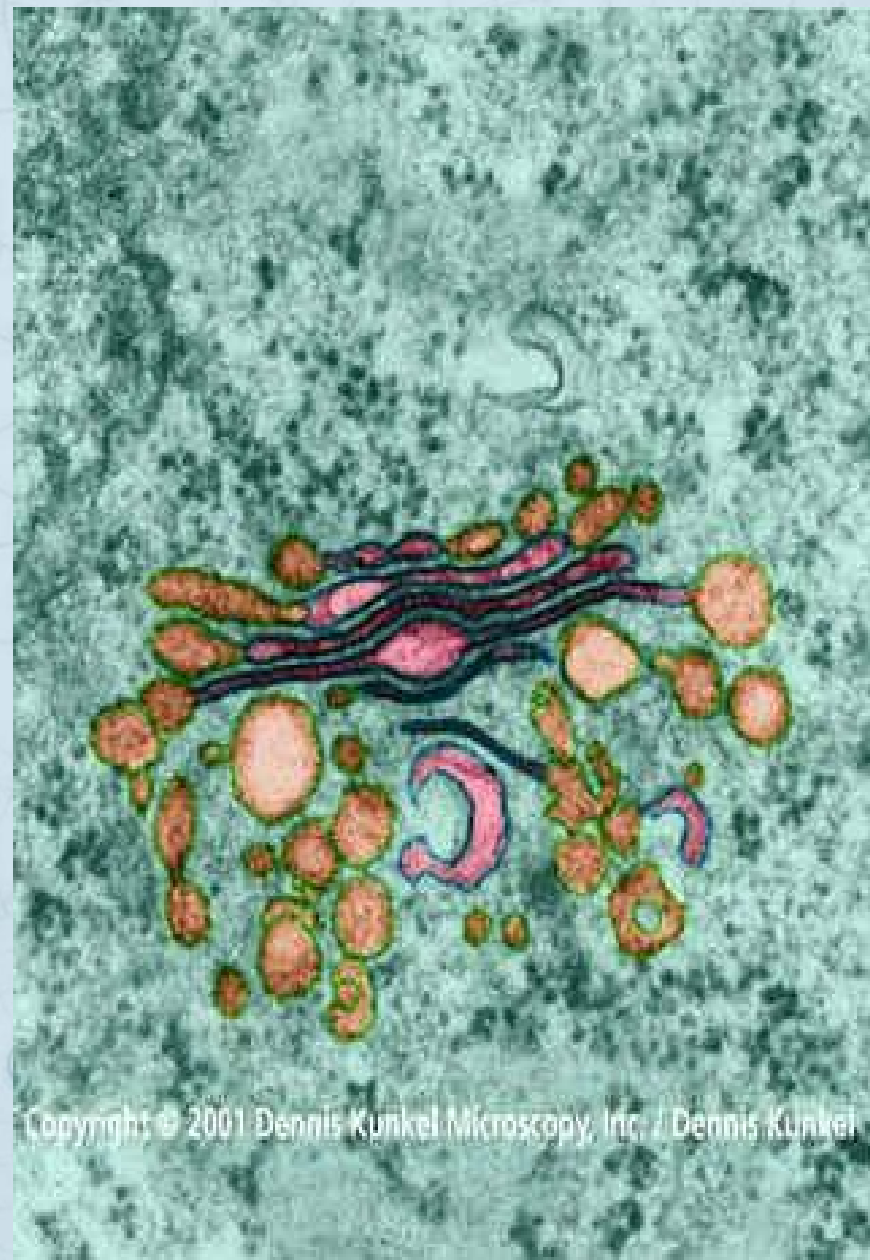
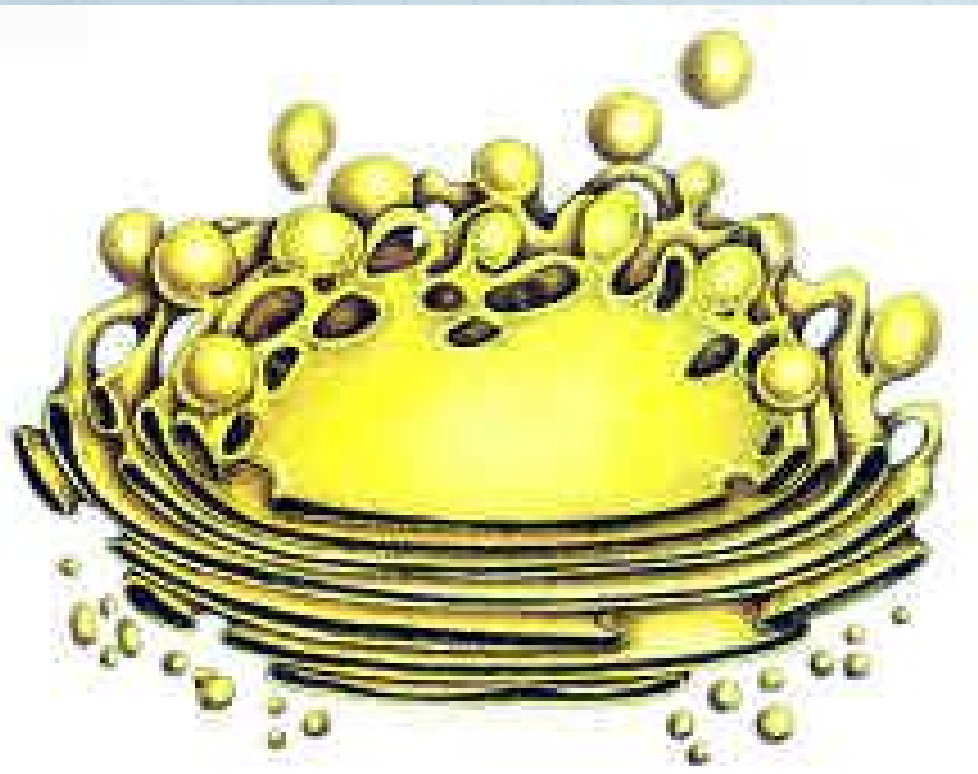
- ◆ 内质网有两类：在膜上附有核糖体颗粒，称为糙面内质网。
- ◆ 膜上不含核糖体的称光面内质网。
- ◆ 糙面内质网，具有合成和运送胞外分泌蛋白的功能。
- ◆ 光面内质网，主要存在于动物细胞中，与脂类和钙的代谢有关。

核糖体

- ◆ 核糖体又称核蛋白，是存在于细胞中的无膜包裹的颗粒状细胞器，具有**蛋白质合成**功能。直径25nm，主要成分为蛋白质（约40%）和RNA（约60%）。每个细胞含大量的核糖体。
- ◆ 除分部在内质网和细胞基质中（80S）外，还分布于线粒体和叶绿体中（70S）。

3、高尔基体(dictyosome , 或 Golgi body)

- ◆ 是由若干（一般4—8个）平行堆叠的扁平膜囊和大小不等的囊泡组成的膜聚合体，是合成分泌糖蛋白和脂蛋白、对某些无生物活性的蛋白质进行酶切加工的重要细胞器。也是为合成新细胞壁和质膜提供原材料的重要细胞器。
- ◆ 真菌的高尔基体在细胞中大多呈网状，少数为鳞片状、颗粒状或杆状，均匀分布于核的周围，往往与内质网相连。
- ◆ 目前在真菌中仅发现少数低等真菌，如根肿菌、卵菌等存在高尔基体。



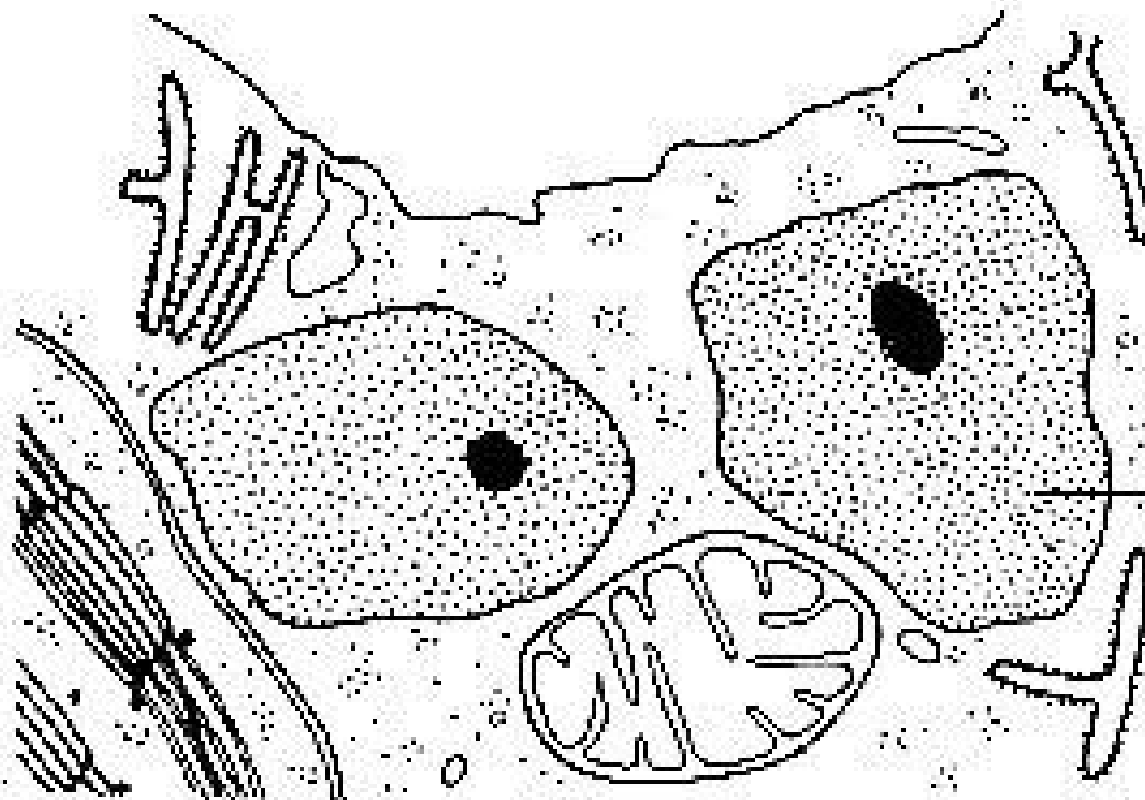
高尔基体

4、溶酶体 (lysosome)

- ◆ 是一种由单层膜包裹、内含多种酸性水解酶的囊泡状细胞器，一般为球形，直径约0.2—0.5 μm 。
- ◆ 其主要功能是进行细胞内的消化。具有维持细胞营养及防止外来微生物或异物物质侵袭的作用。细胞死亡时，溶酶体膜破裂，使细胞自溶。

5, 微体 (microbody)

- ◆ 是单层膜包裹，与溶酶体相似的球形细胞器。所含的酶与溶酶体不同，分为过氧化物酶体（使细胞免受 H_2O_2 的毒害，参与脂肪酸的氧化分解）和乙醛酸酶体（使细胞中的脂类转化为糖类）。



微体（过氧化物酶体）

过氧化物酶体

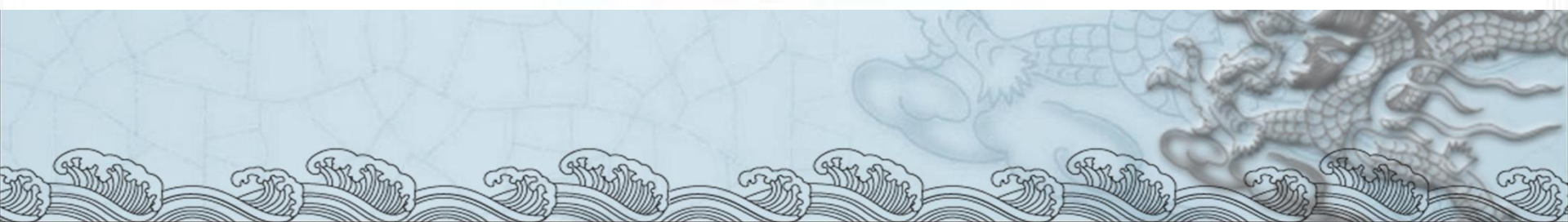
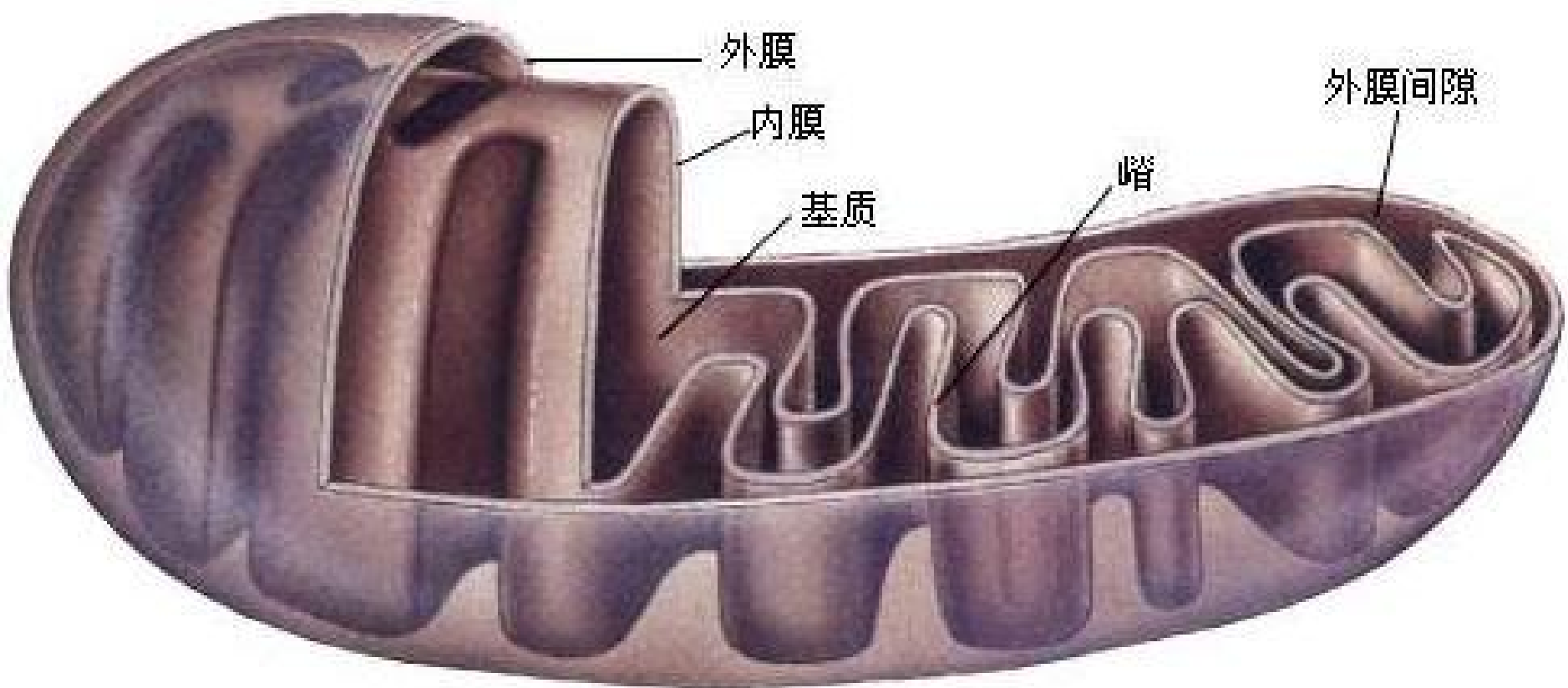
微体内黑斑是过氧化氢酶结晶

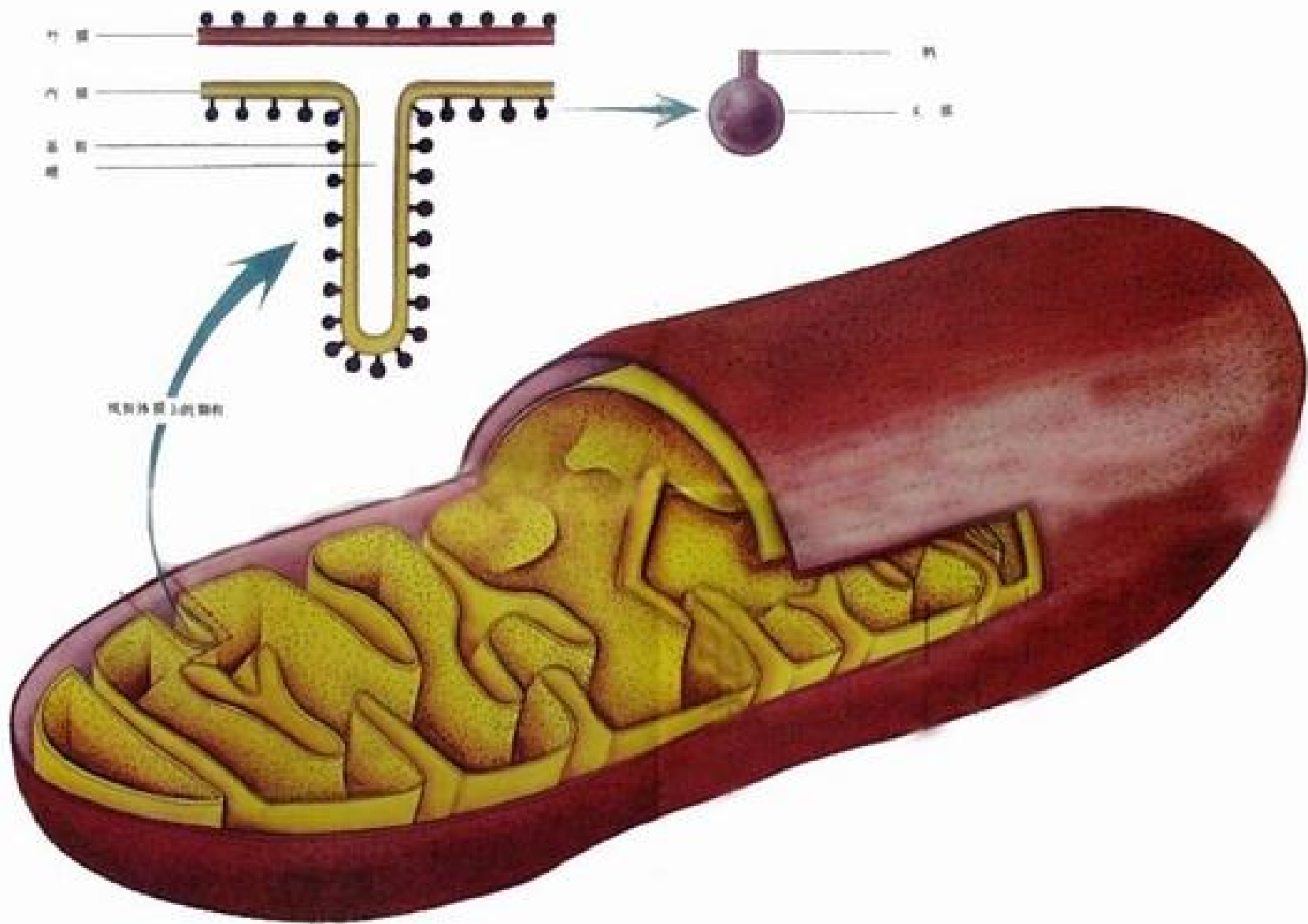
6, 线粒体

- ◇ 外形囊状，直径0.5—1.0um，长度约1.5—3um，由内外两层膜包裹，囊内充满液态基质。外膜平整，可通过较大的分子，通透性强；内膜仅能通过小分子和不带电荷的稍大分子，向基质内伸展，形成大量由双层膜构成的嵴。嵴的形状在真菌中有两种：
管状嵴，存在于卵菌纲真菌中。

6, 线粒体:

- ◆ 板状嵴, 存在于壶菌、接合菌、子囊菌和担子菌中。在内膜的表面上着生许多基粒 (ATP合成酶复合体) 及脂蛋白复合物 (电子传递链的组成部分)。膜间隙充满着各种可溶性酶、底物和辅助因子。基质内含有三羧酸循环的酶系, 并含有一套为线粒体所特有的DNA链和70S核糖体。功能: 产生生命活动所需的能量 (ATP)。





7, 其它细胞器

- ◇ 如：液泡，膜边体，几丁质酶体（又称壳体），氢化酶体等。



液泡 (vacuole)

- ◆ 存在于真菌和藻类等的细胞中，由单位膜分隔，其形态、大小受细胞年龄和生理状态而变化，一般在老龄细胞中液泡大而明显。
- ◆ 真菌的液泡中主要含有糖原、脂肪和多磷酸盐等贮藏物，精氨酸、鸟氨酸和谷氨酰胺等碱性氨基酸，以及蛋白酶、酸性和碱性磷酸酯酶、纤维素酶和核酸酶等各种酶类。
- ◆ 液泡不仅有维持细胞渗透压、贮存营养物等功能，而且还有溶酶体的功能，因为它可以把蛋白酶等水解酶与细胞隔离，防止细胞损伤。

液泡

在成熟的酵母菌细胞中有许多泡状物，称为液泡。内含水解酶、聚磷酸、类脂、呼吸代谢物和金属离子。液泡的功能：调节渗透压并作为营养物和水解酶类的储藏库。



电镜下酵母细胞结构示意图

边体 (lomasome)

- ◆ **边体**：为许多真菌细胞所特有，是某些真菌菌丝细胞中由单层膜包裹的细胞器，位于细胞壁和细胞膜之间。形态呈管状、囊状、球状、卵圆形或作多层折叠的膜，内含泡状物或颗粒状物。有些边体与细胞膜连接在一起。
- ◆ **功能不祥**（边体分泌水解酶或与细胞壁的形成有关）。

几丁质酶体和氢化酶体

- ◆ **几丁质酶体**：真菌菌丝顶端细胞中的微小囊体，直径40—70纳米，内含几丁质合成酶。功能：通过不断形成和向菌丝尖端运动，把其中的几丁质合成酶源源不断地运送到细胞壁表面，**合成几丁质微纤维**，使菌丝尖端不断地向前延伸。
- ◆ **氢化酶体**：只存在厌氧真菌和原生动物细胞中，有类似线粒体的作用。

二、原核微生物与真核微生物的主要区别

性状	原核微生物	真核微生物
细胞核结构	原核，无核膜、核仁	真核，有核膜、核仁
DNA	只有一条，不与RNA和蛋白质结合	一至数条，与RNA和蛋白质结合
核糖体	70S	80S
细胞器	无	有线粒体、高尔基体、内质网等
细胞壁组成	肽聚糖或脂多糖	几丁质、多聚糖或寡糖
繁殖方式	无性繁殖	无性繁殖和有性繁殖
细胞分裂	二分裂	有丝分裂和减数分裂
细胞膜中的甾醇	无（个别例外）	有
鞭毛结构	比较简单	9+2结构
细胞大小	较小，1~10um	较大，10~100um

三、真菌的繁殖

- ◆ 真菌(Fungi)：是具有真正的细胞核，含有线粒体，不含叶绿体，化能有机营养，具有细胞壁，无根、茎、叶分化的真核微生物。

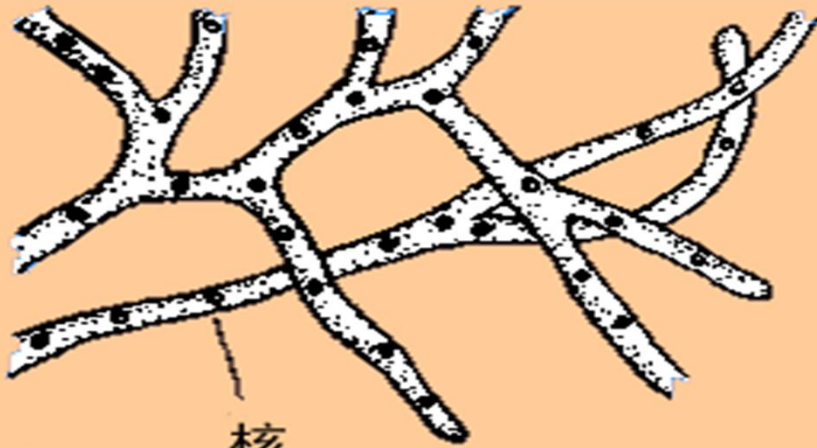
真菌的繁殖

- ◆ 真菌的繁殖可分为无性繁殖和有性繁殖。霉菌的繁殖能力很强，方式多样，菌丝的碎片或菌丝截段均可发育成新个体，但自然界中，霉菌主要靠形成各种有性或无性的孢子进行繁殖。
- ◆ 真菌典型的繁殖方式是产生各种类型的孢子。由无性繁殖产生的孢子叫无性孢子；由有性繁殖产生的孢子叫有性孢子。在真菌中，无论是有性繁殖还是无性繁殖，产生孢子的机构都叫做子实体。如分生孢子器、分生孢子盘、子囊果等。

1, 菌丝和菌丝体

- ◆ 菌丝 (hypha) 是由细胞壁包被的一种管状细丝，大都无色透明，宽3—10 μm 。有隔的菌丝，外表似竹节状；无隔的菌丝，呈细管状。
- ◆ 菌丝体 (mycelium)：菌丝有分枝，分枝的菌丝相互交错成群体称为菌丝体。

真菌菌丝



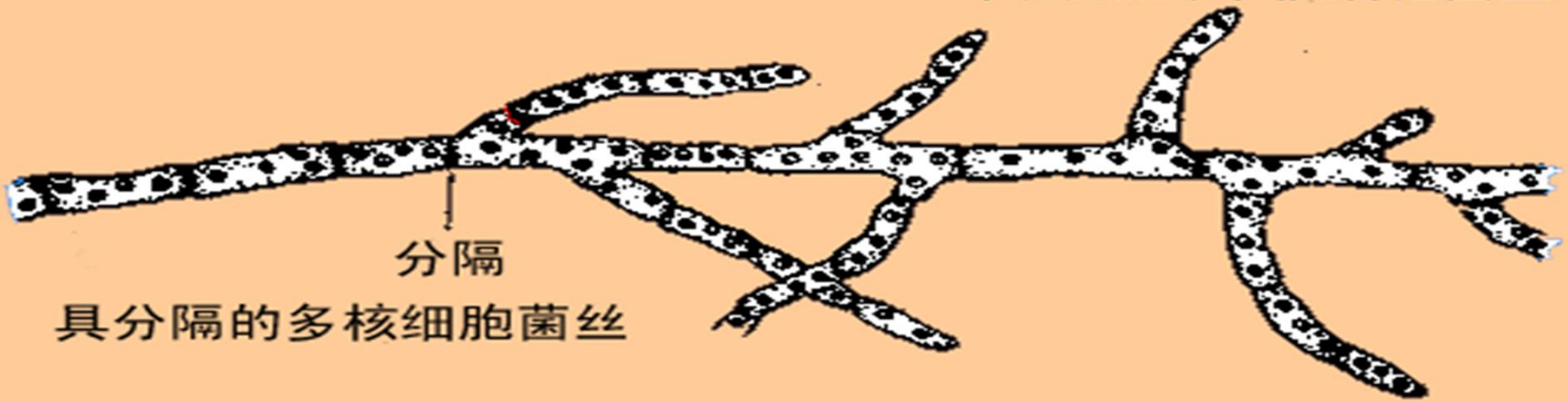
核

无隔的多细胞菌丝



分隔

具分隔的单核细胞菌丝

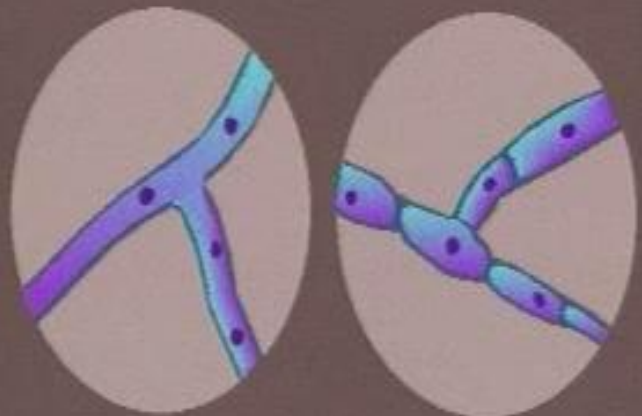


分隔

具分隔的多核细胞菌丝

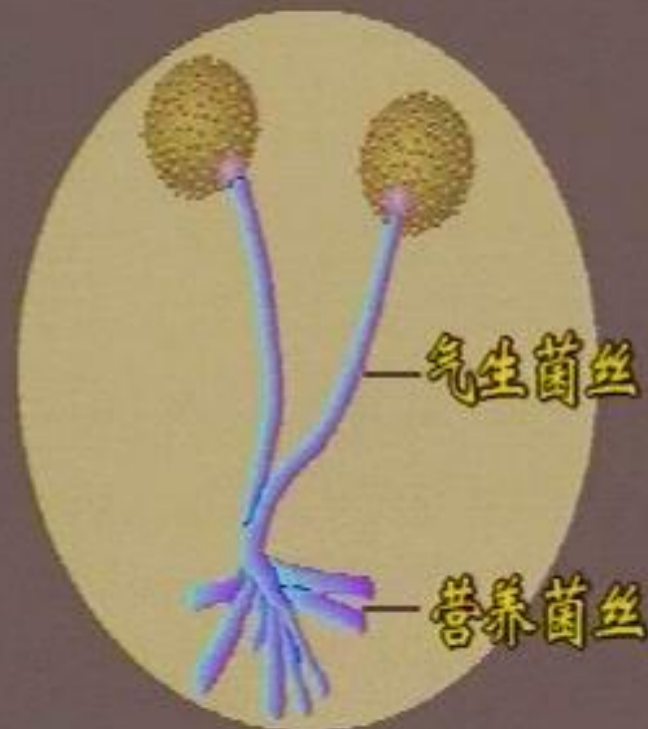
菌丝的三种类型

菌丝



无隔菌丝

有隔菌丝



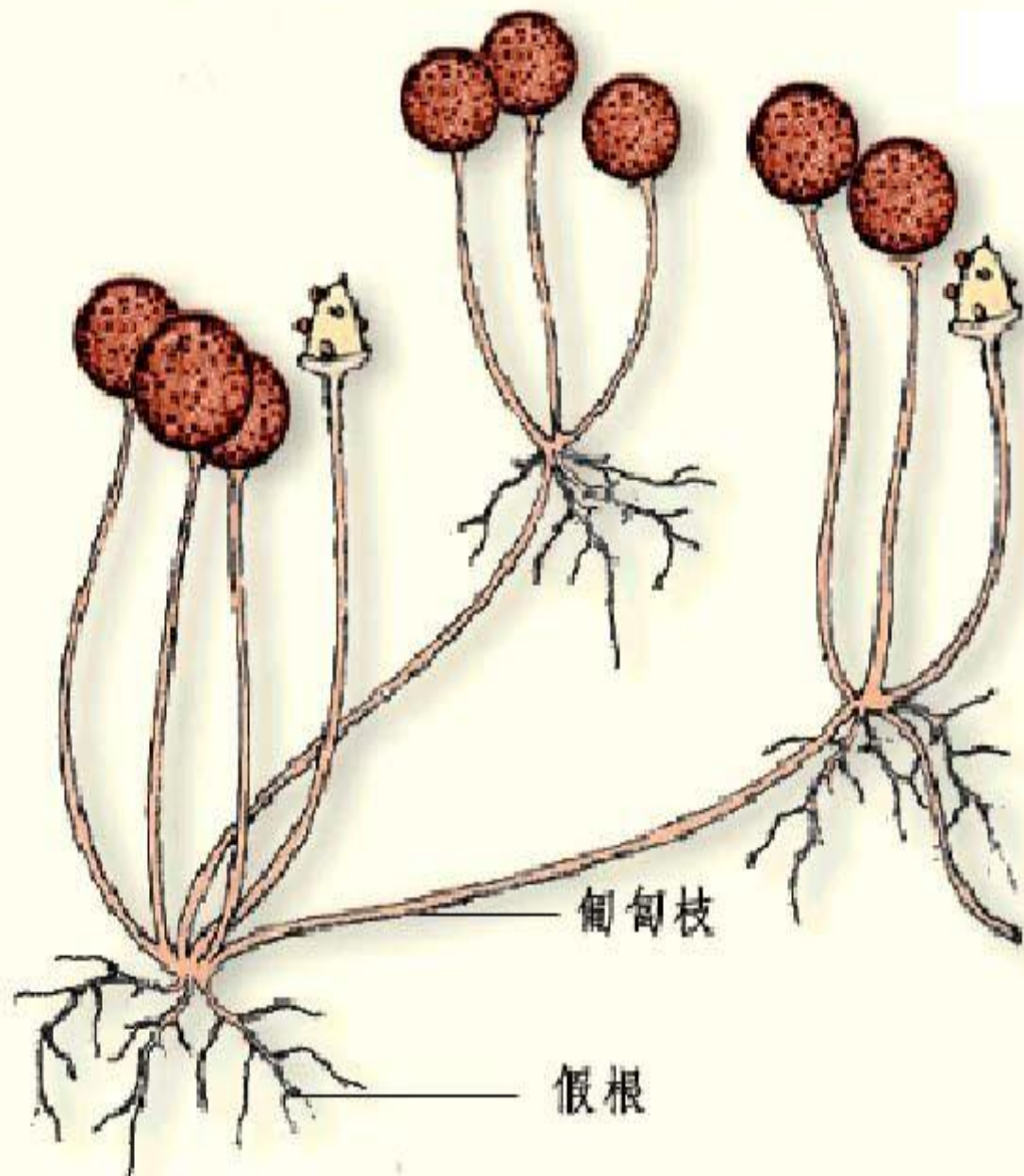
气生菌丝

营养菌丝

菌丝的特化

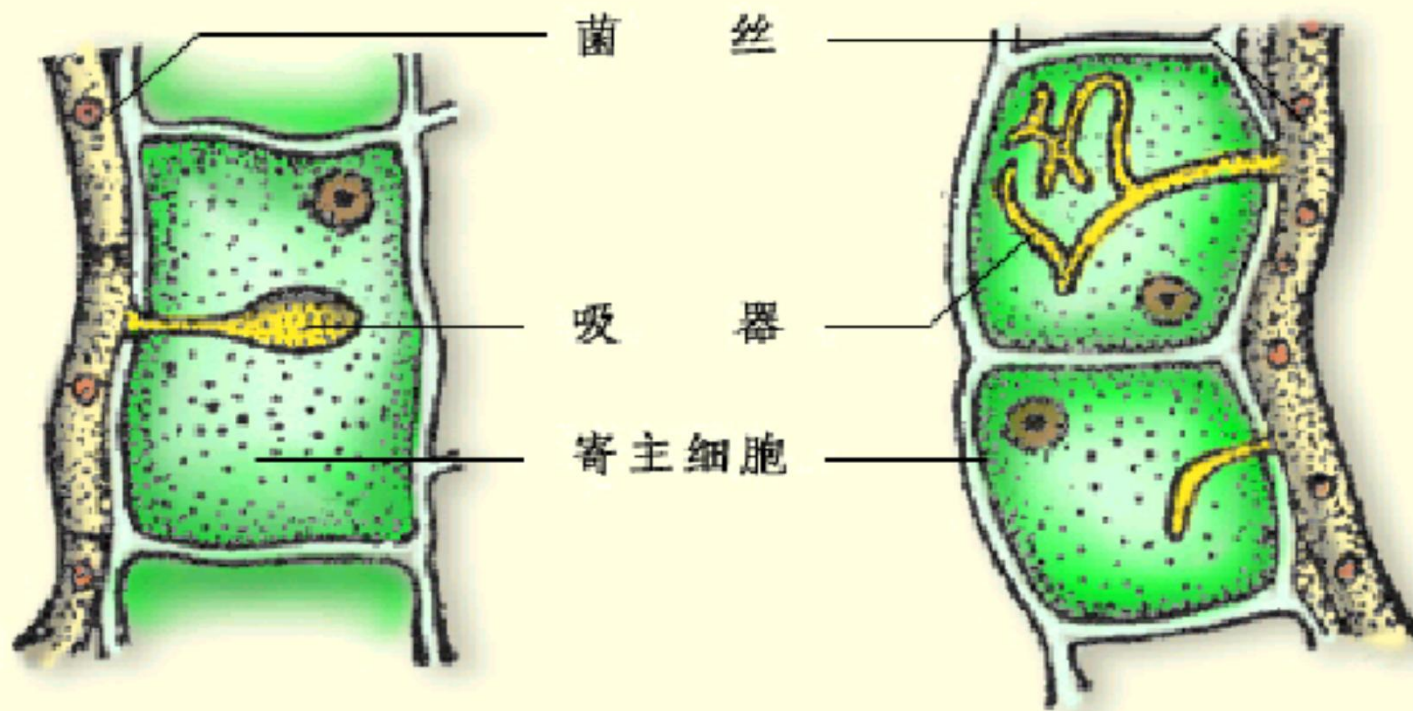
- ◆ 真菌的营养菌丝发生多种变态以摄取营养，一般有吸器、假根、菌套(annulus)、菌网(macterial net)和附着枝(adhesive branch)等。
- ◆ 假根(rhizoid)：根霉属真菌的匍匐枝与基质接触处分化形成的根状菌丝。起固着和吸收营养的作用。
- ◆ 吸器(haustorium)：是某些寄生真菌从菌丝上产生的旁枝，侵入寄主细胞内形成指状、球状或丛枝状结构，用以吸收寄主细胞中的营养。

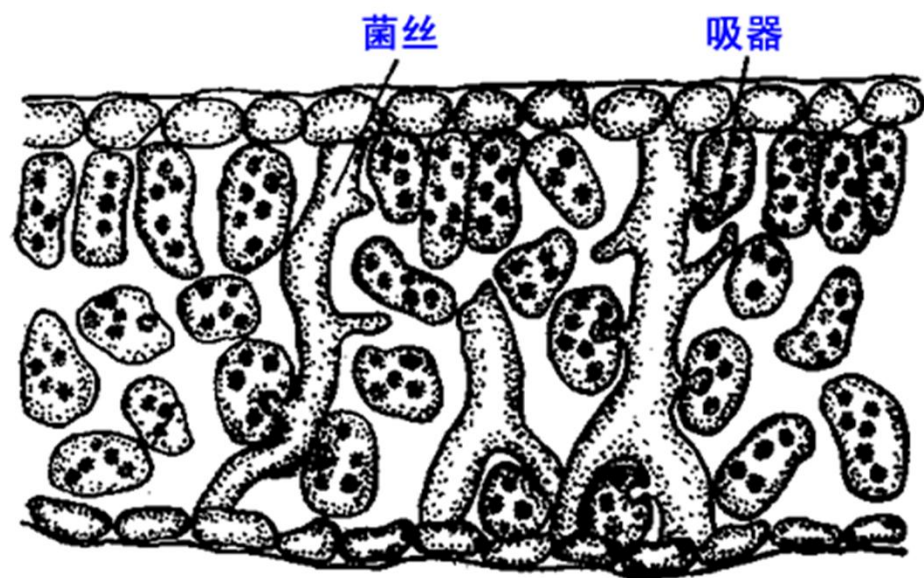
匍匐枝和假根



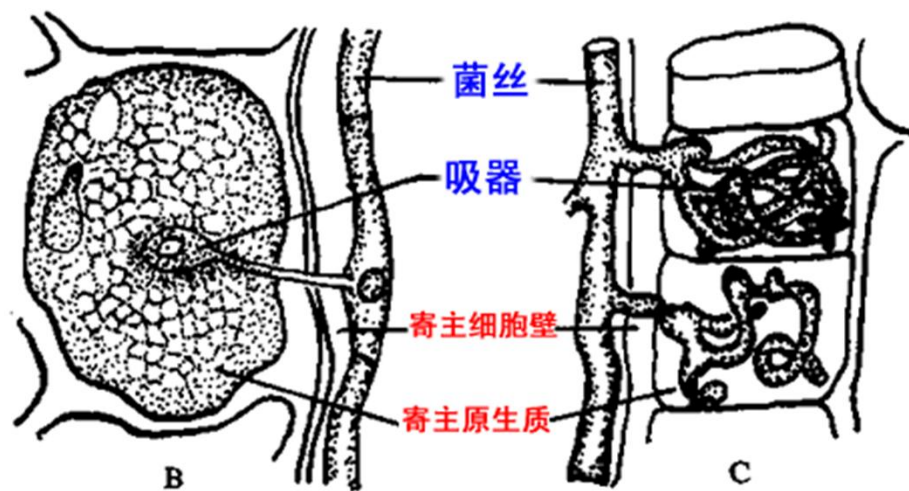
吸器：只在宿主细胞间隙蔓延的营养菌丝上分化出来的短枝，可侵入细胞内以吸收宿主细胞的养料而不使其致死。

吸器





A

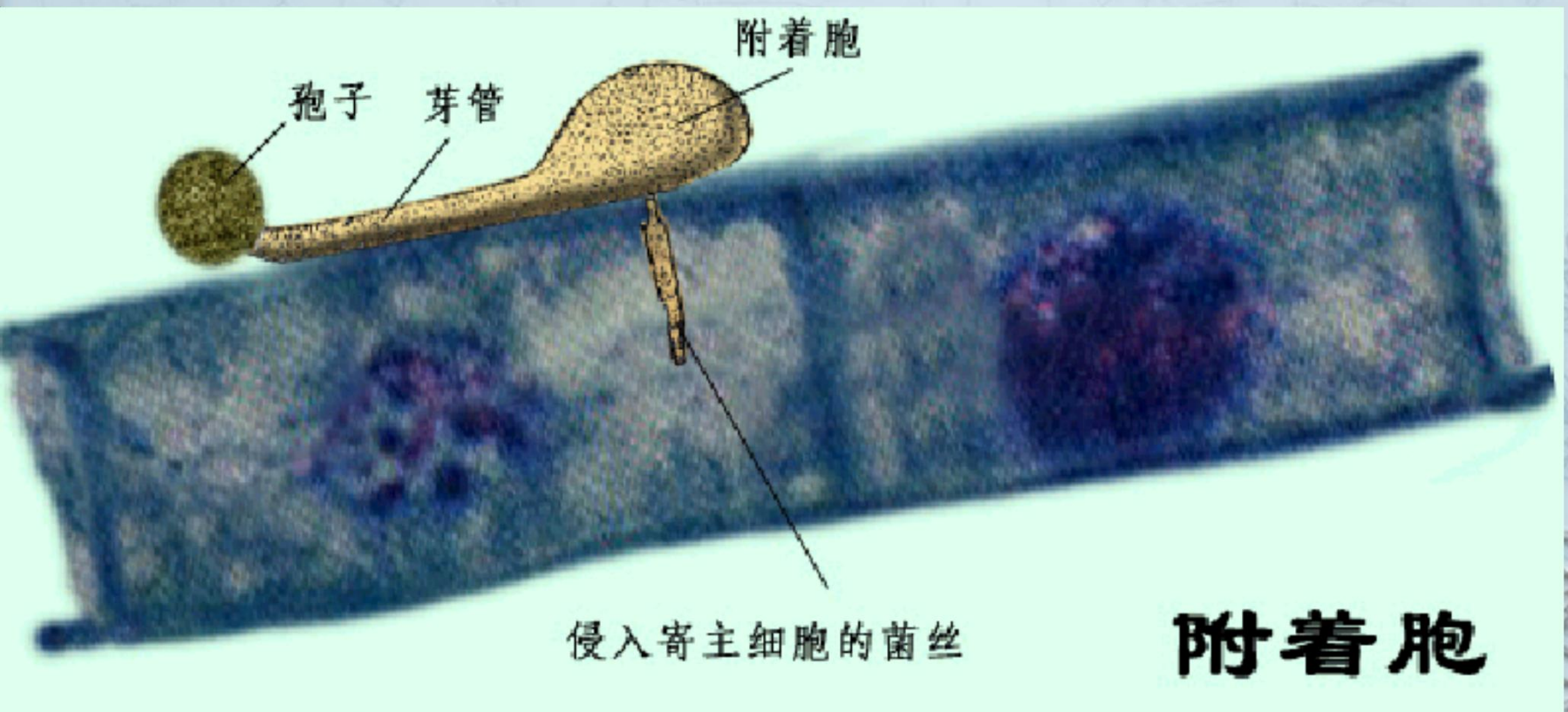


B

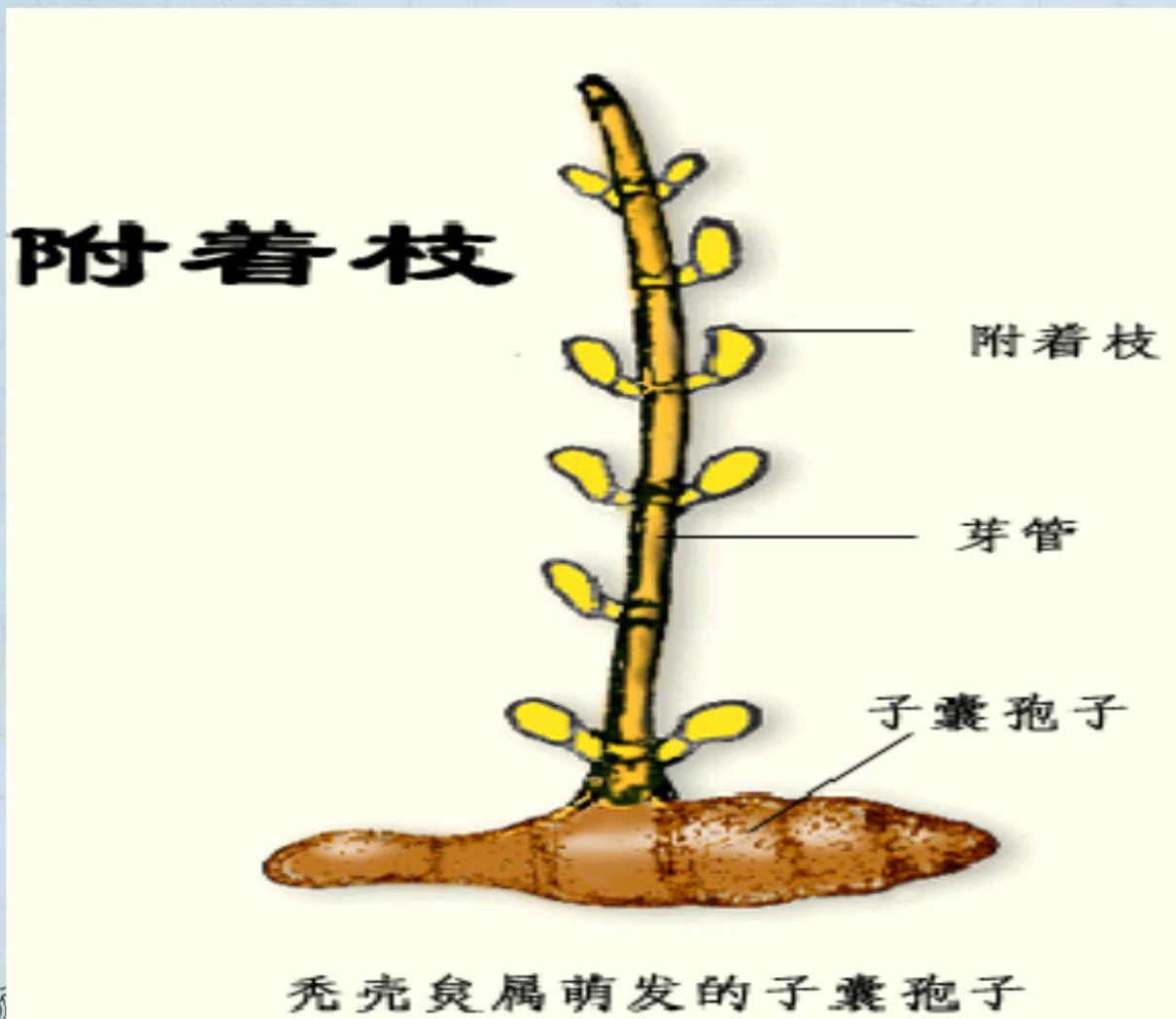
C

三种吸器类型

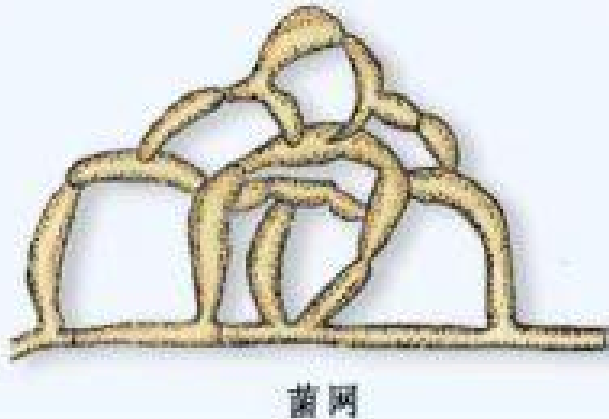
附着胞：许多寄生于植物的真菌在其芽管或老菌丝顶端会发生膨大，分泌粘状物，借以牢固地粘附在宿主的表面



附着枝：若干寄生真菌由菌丝细胞生出1~2个细胞的短枝，将菌丝附着于宿主体上



菌环和菌网



捕虫真菌由菌丝分枝形成
圈环结构，用于捕捉线虫。

由菌环构成的网状组织叫
做菌网。

菌套(annulus)

菌网(macterial net)

附着枝 (adhesive branch):

- ◆ 附着枝: 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。
- ◆ 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。

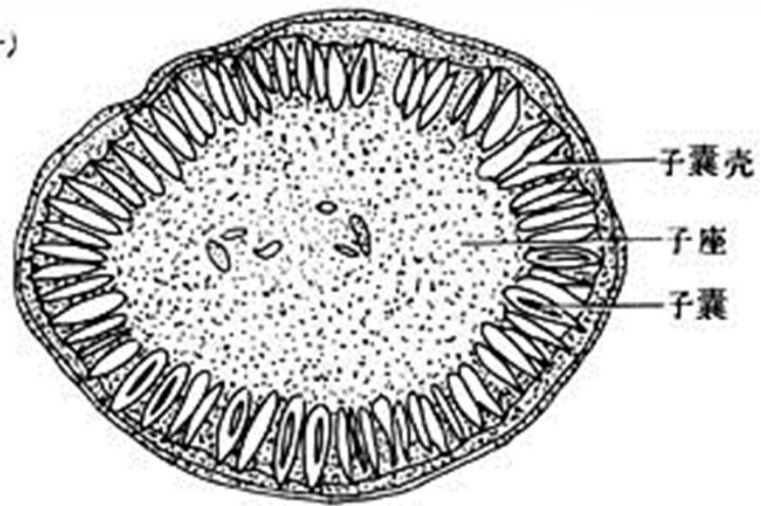
组织

- ◆ 很多菌丝可聚集在一起，形成各种特殊的组织或结构。菌丝体能组成两种组织，一种是组成比较疏松的组织，但能看到典型菌丝体的长轴细胞，大体相互平行排列，称为疏丝组织 (prosenchyma)。
- ◆ 另一种是比较紧密的组织，菌丝失去独立性，一般不易识别，菌丝变成大致等径的近圆形、卵形或多角形的薄壁细胞，排列紧密与植物的薄壁组织类似，称为拟薄壁组织 (pseudoparenchyma)。
- ◆ 常见的组织体有子座 (stroma)、菌核 (sclerotium) 和菌索 (rhizomorph)。

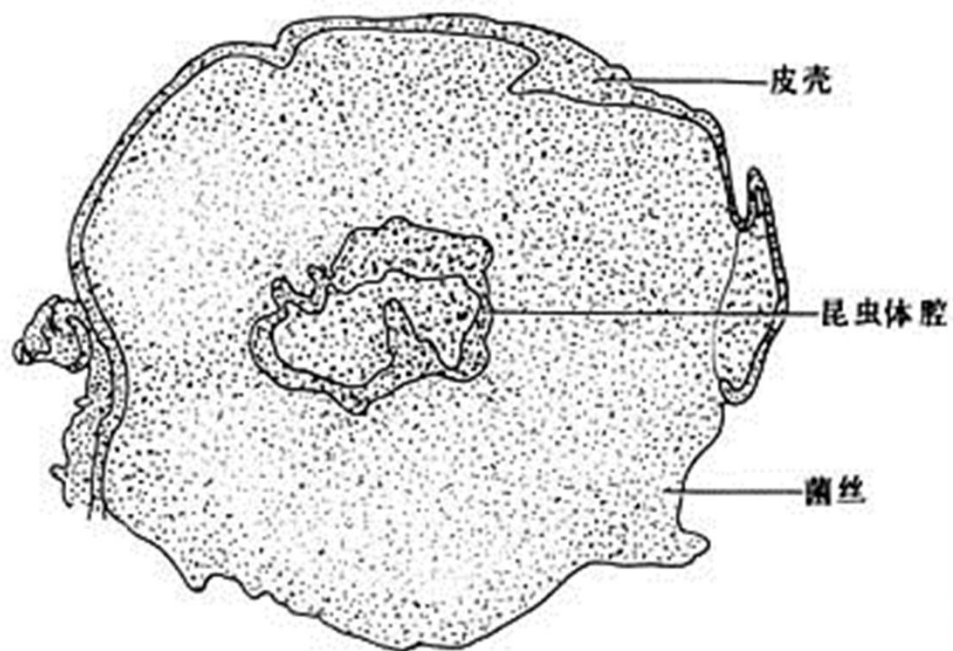
组织体

- ◆ 子座 (stroma) : 由拟薄壁组织和疏丝组织形成的, 或由菌丝体与部分寄主组织结合形成的一种垫状营养结构。子座有垫状、壳状或其他形状, 在子座内或子座外可形成繁殖器官。
- ◆ 菌核 (sclerotium) : 由拟薄壁组织和疏丝组织形成的一种坚硬的休眠体。形状大小不一。一般有暗色的外皮, 在条件适宜时可以长出分生孢子梗、菌丝、子实体等。
- ◆ 菌索 (rhizomorph) : 由菌丝体形成的似绳索状物, 有拟薄壁组织组成的深色的皮层, 疏丝组织组成的髓部和顶端生长点。
- ◆ 子实体 (fruiting body, sporocarp, fructification) 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。

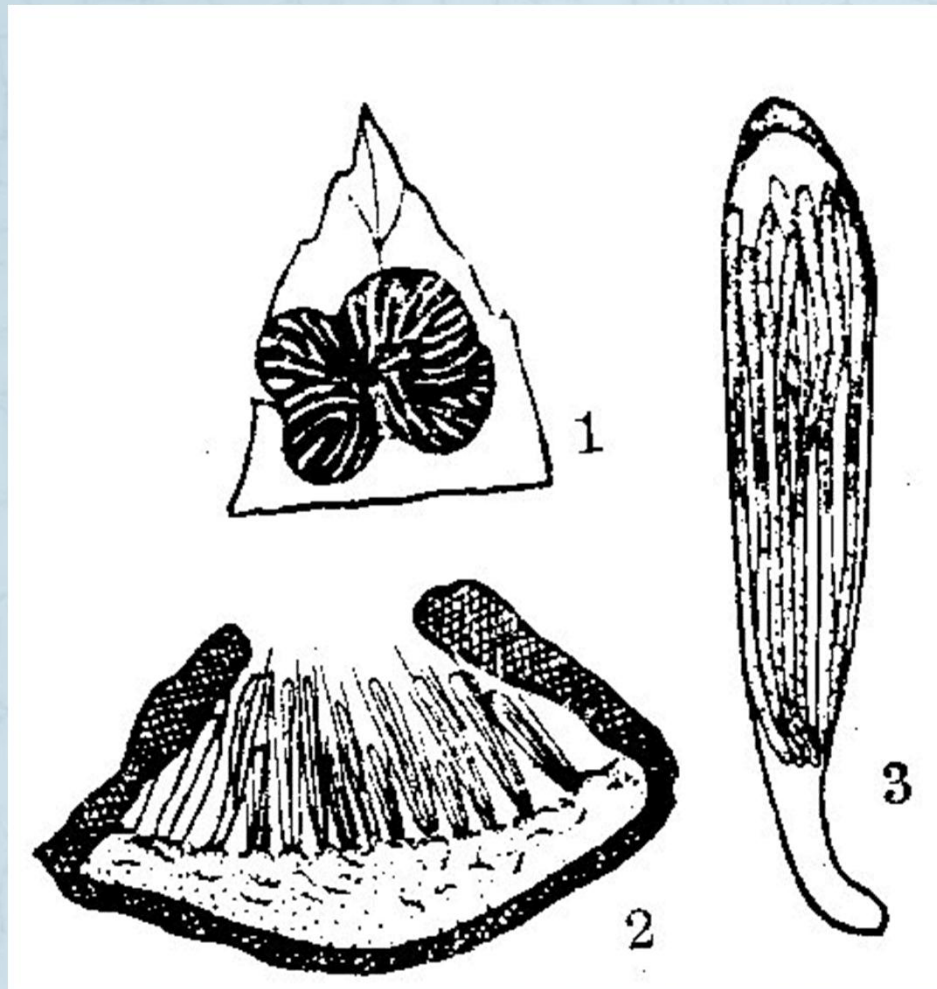
(一)



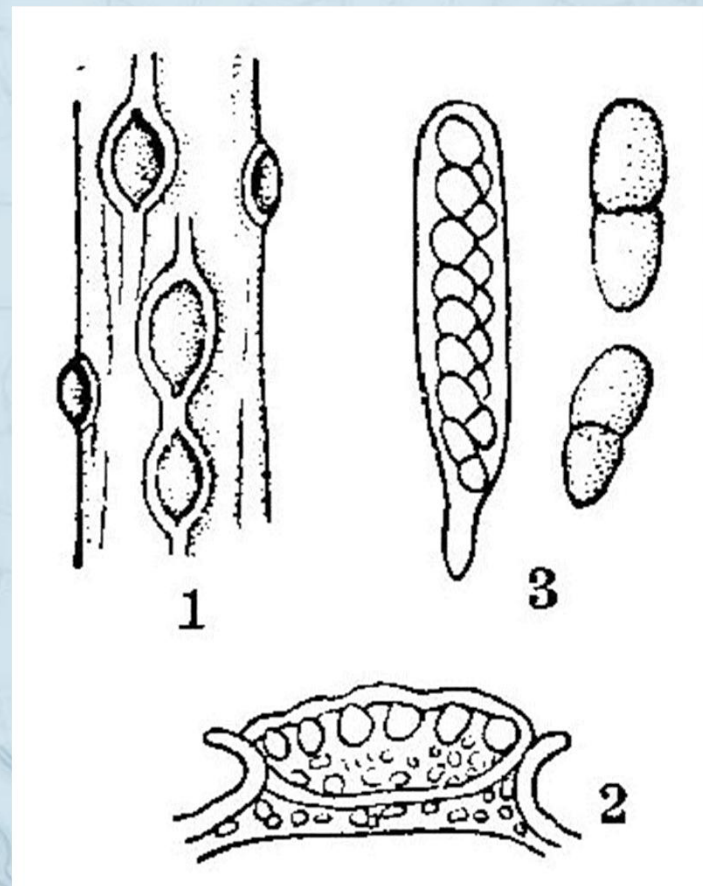
(二)



冬虫夏草

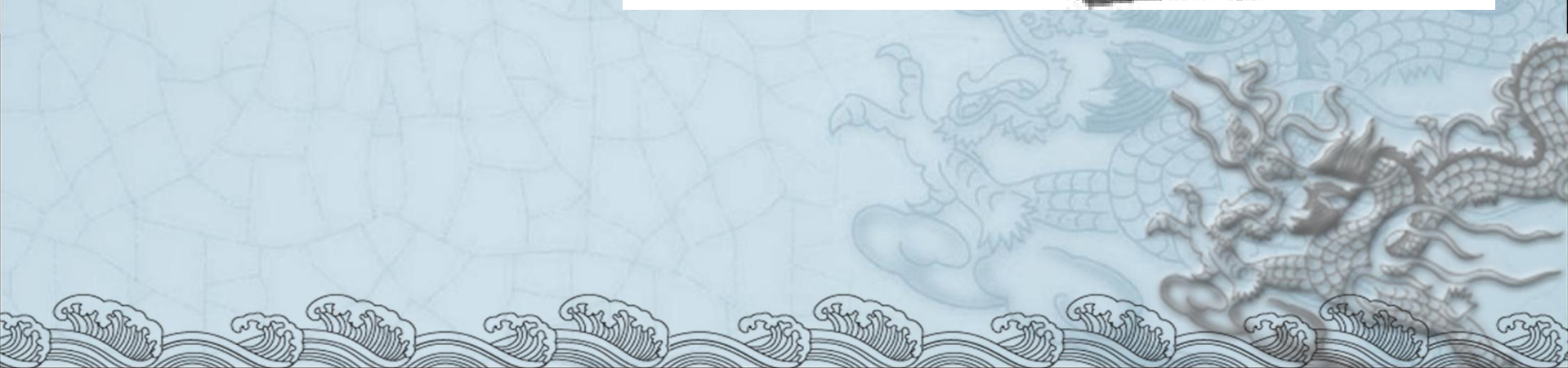
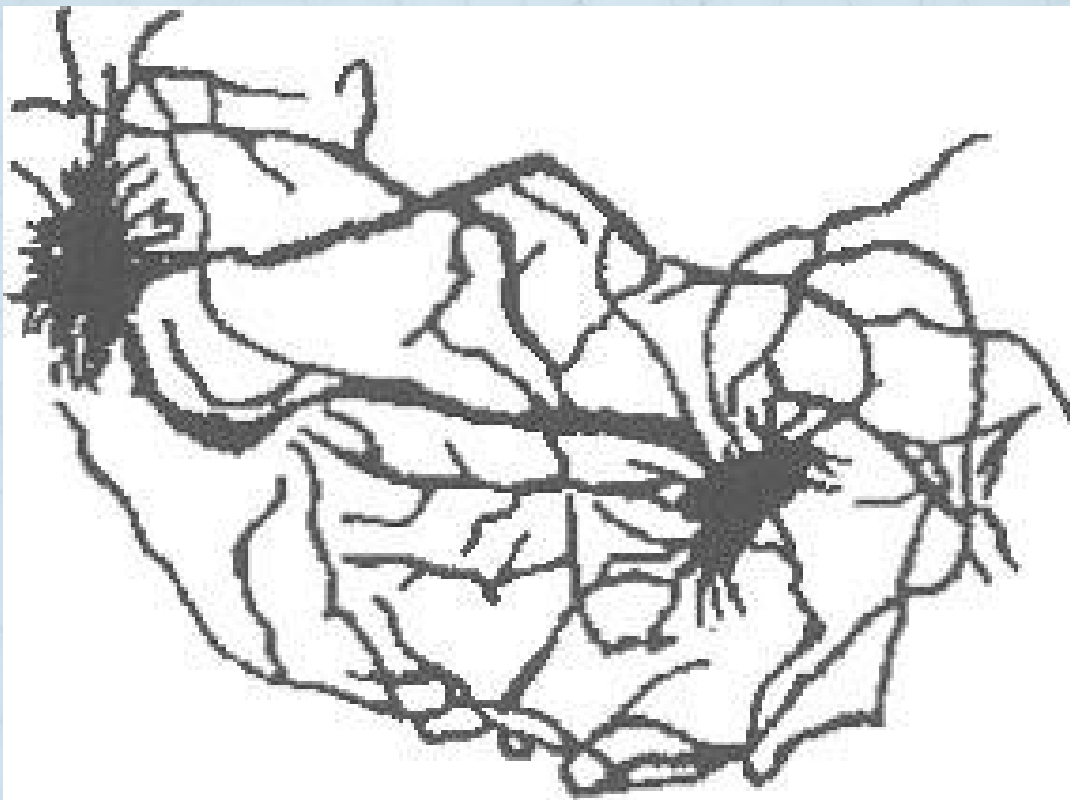
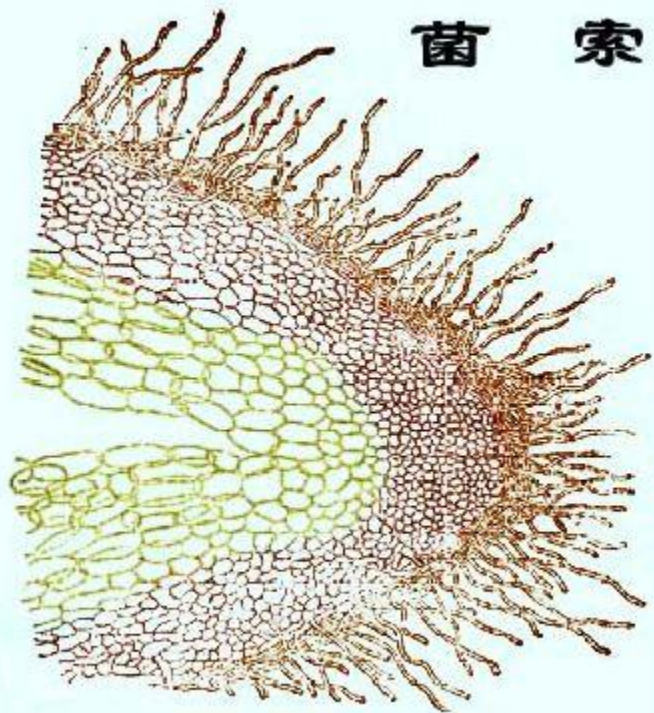


1.寄主上的子座;2.子囊盘剖面;3.子囊及子囊孢子



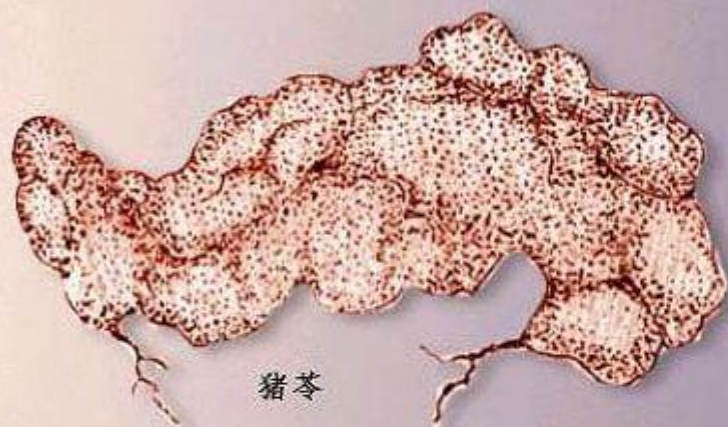
蝙蝠蛾幼虫居于土中，冬虫夏草菌侵入虫体后，菌丝在幼虫体内生长并充满幼虫体，至冬季变成菌核而幼虫外形不变，夏初从幼虫尸体头部长出的子座露出土外，故有“冬虫夏草”之称。-----在自然界，蝙蝠蛾自产卵到幼虫期感染冬虫夏草菌至转变成真正的冬虫夏草，前后大概需要时间6年以上。

菌 索



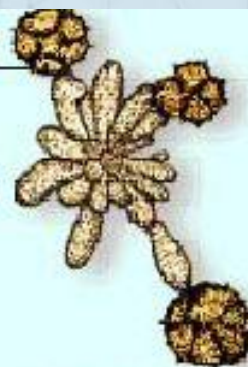


菌核



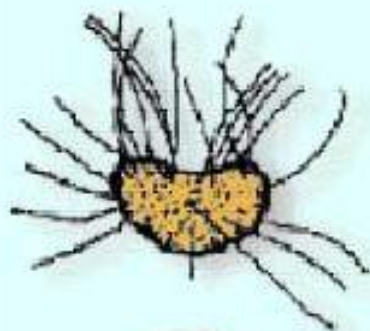
真菌菌丝的一种休眠体，具有各种形状，色泽和大小，如猪苓、麦角。大型菌核雷丸可达15 kg，而小型菌核只有小米粒大小。





分生孢子盘

分生孢子座



分生孢子器



分生孢子

分生孢子座

不同形状的分生孢子器

2, 酵母状细胞

- ◆ 酵母状细胞是真菌中的特殊形态，是圆形或卵圆形的单细胞真菌。酵母状细胞芽殖时，芽细胞长成后不脱离母细胞，芽细胞由长出新的芽体，这种由单细胞连接形成的丝状复合体，称为假菌丝。假菌丝两细胞联接处呈细腰状。

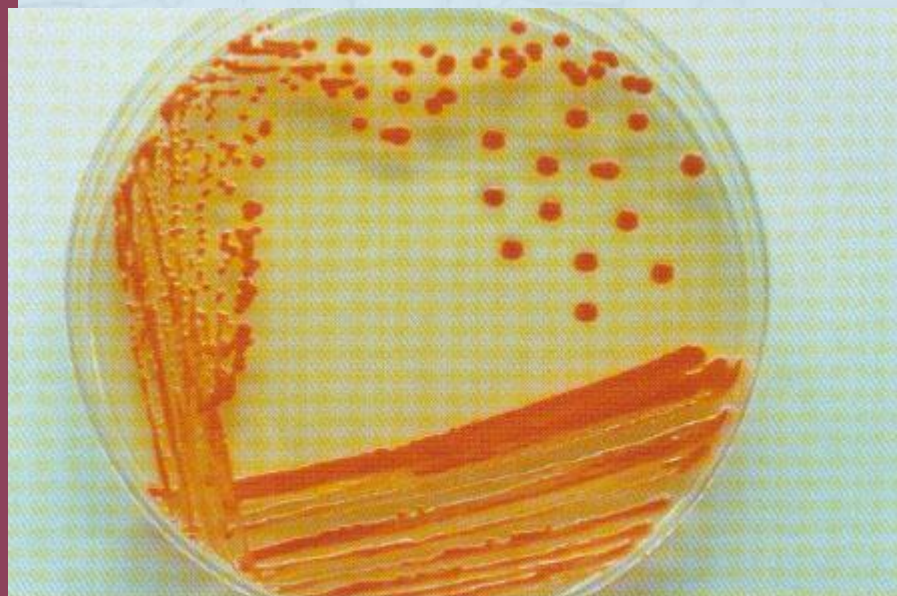
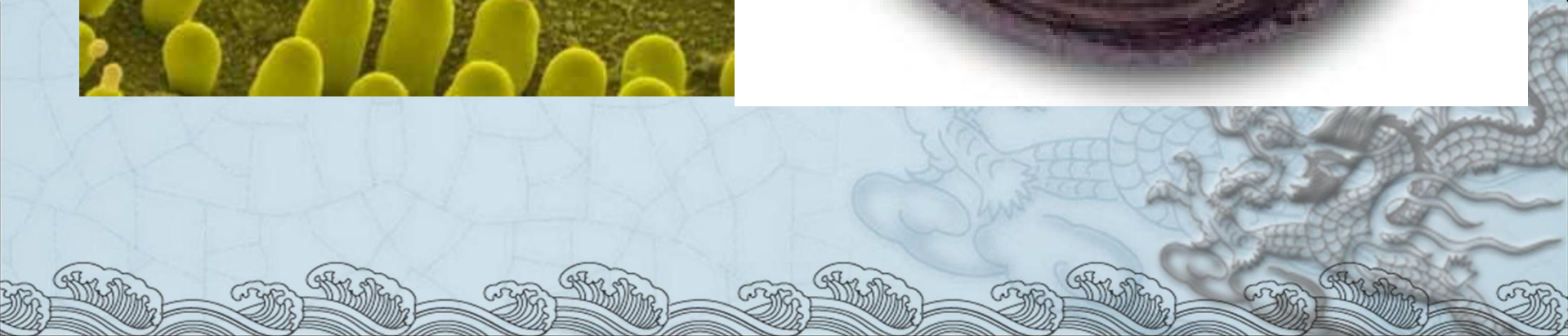
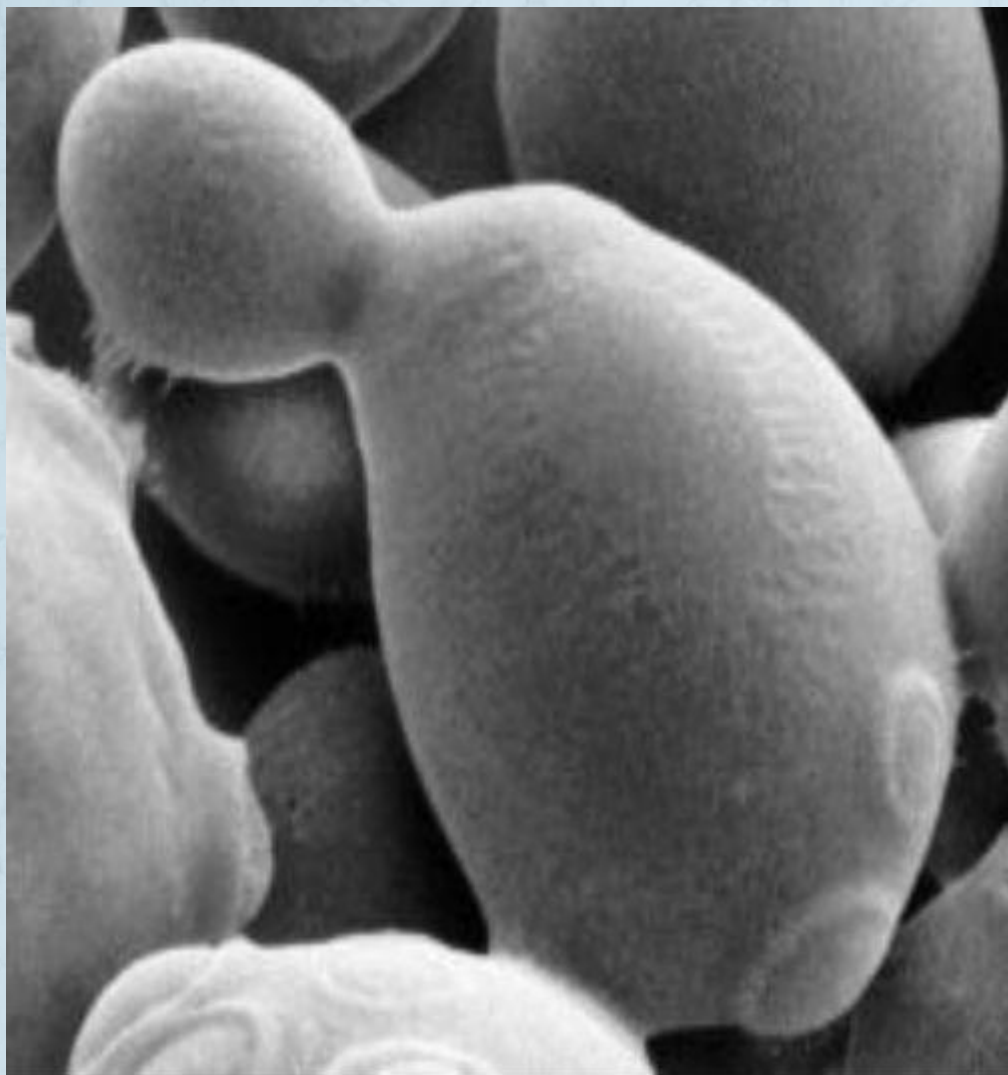


图 15-17 深红酵母在 SDA 上的菌落特征 (5 - 7d)





酵母菌芽殖

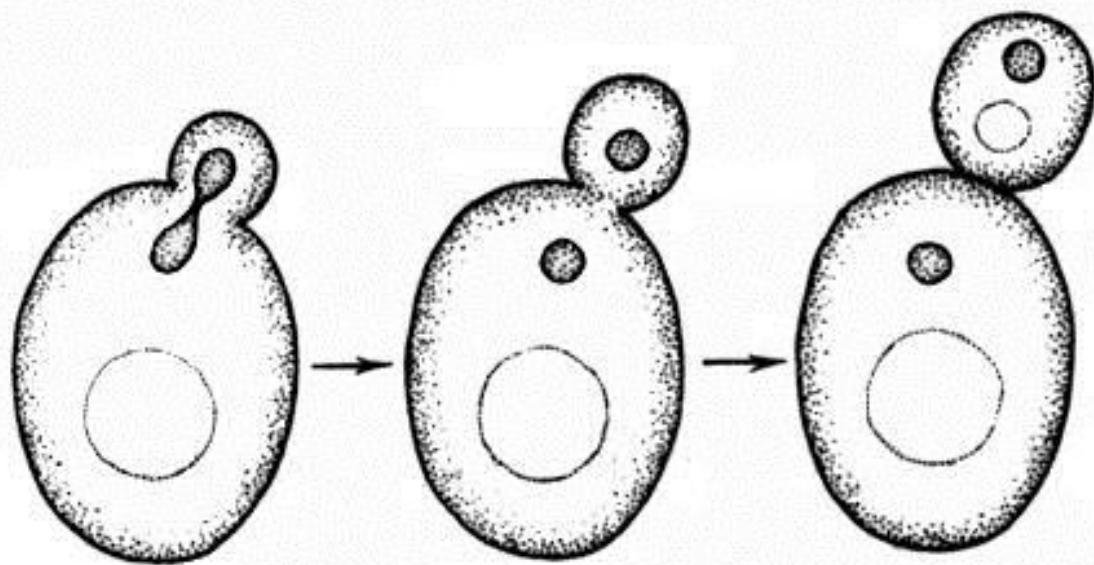


图 II-8 酵母菌的出芽生殖

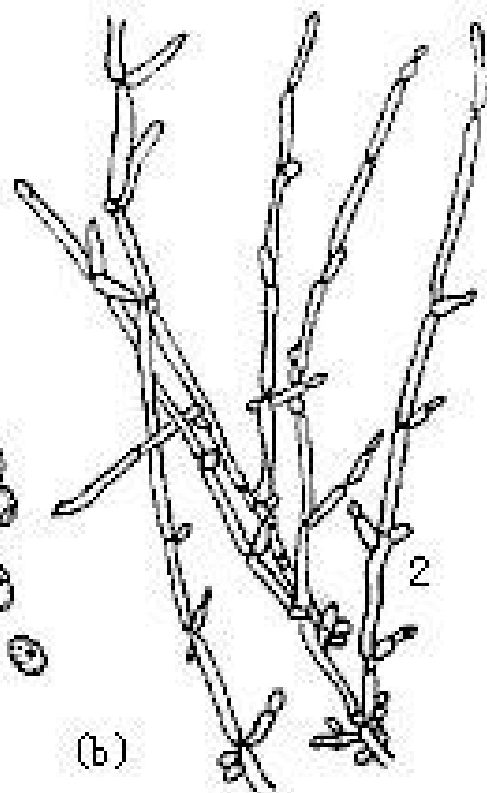
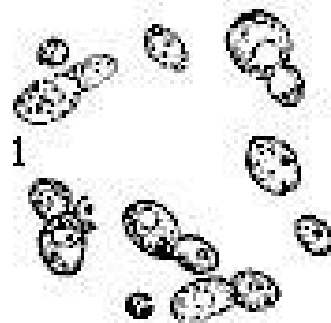
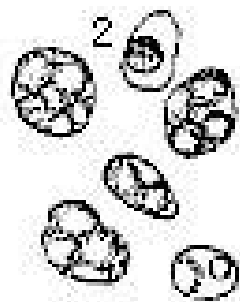
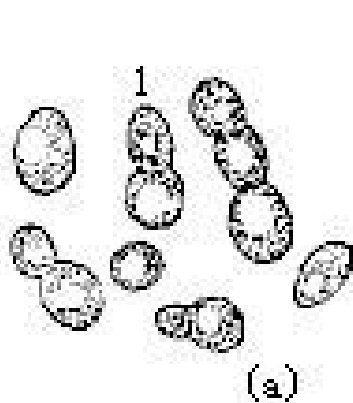
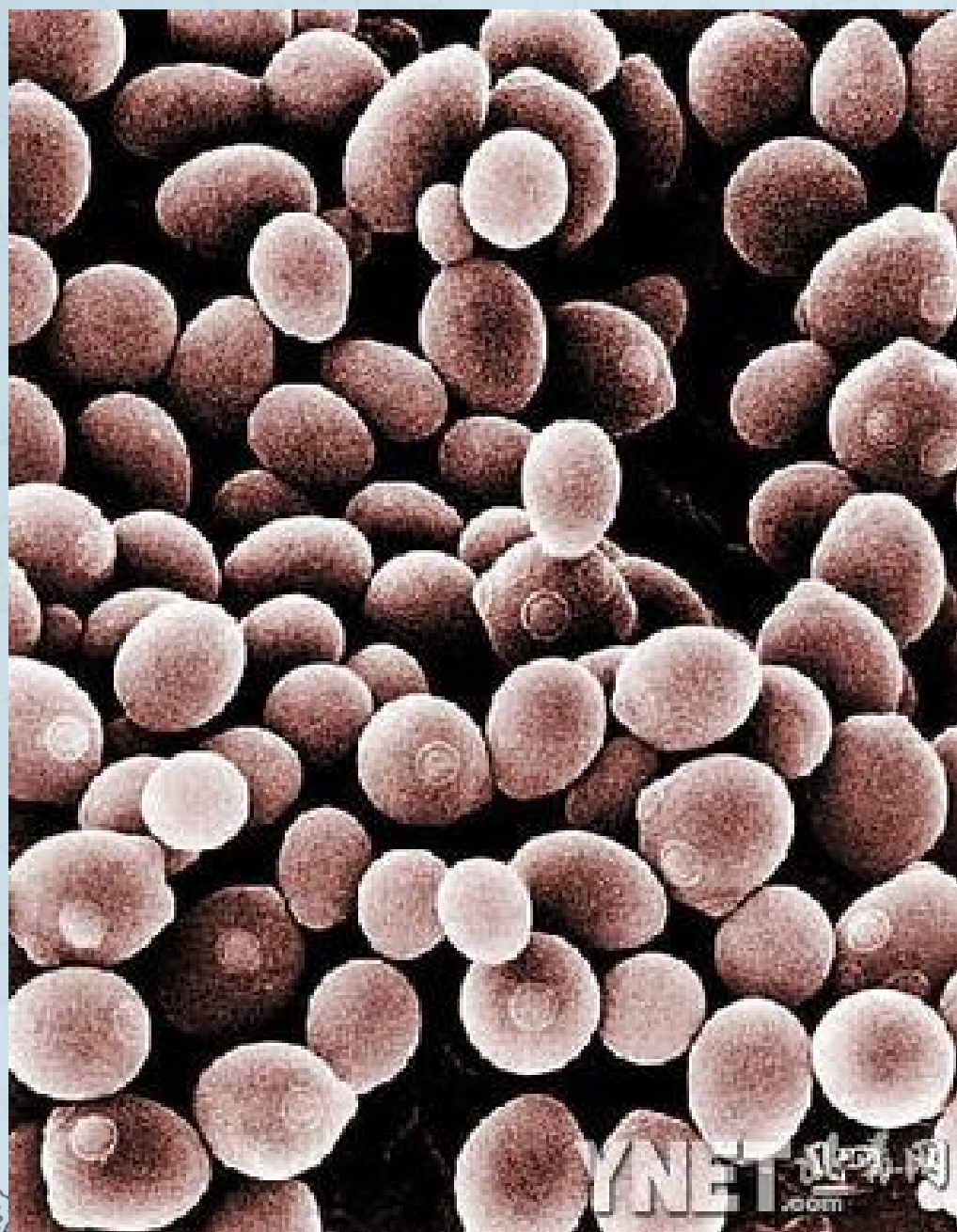


图 2-2-11 酵母菌的形态

(a) 啤酒酵母
1-营养细胞；2-子囊和子囊孢子

(b) 热带假丝酵母
1-营养细胞；2-假菌丝



YNET 亚洲网
.COM



(一)、无性繁殖

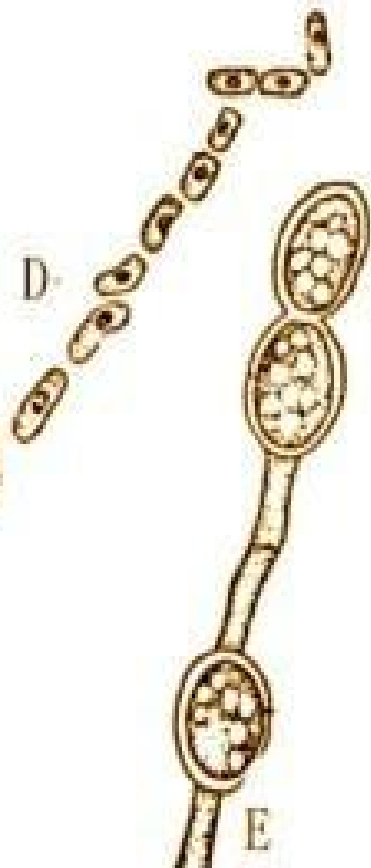
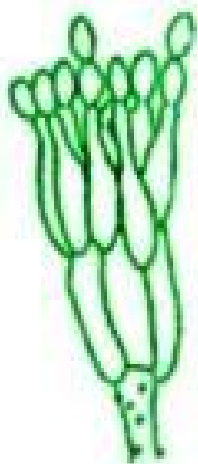
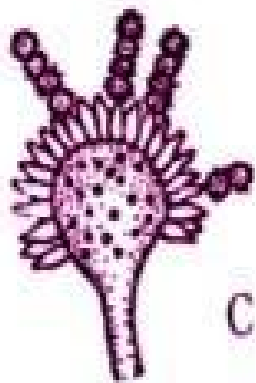
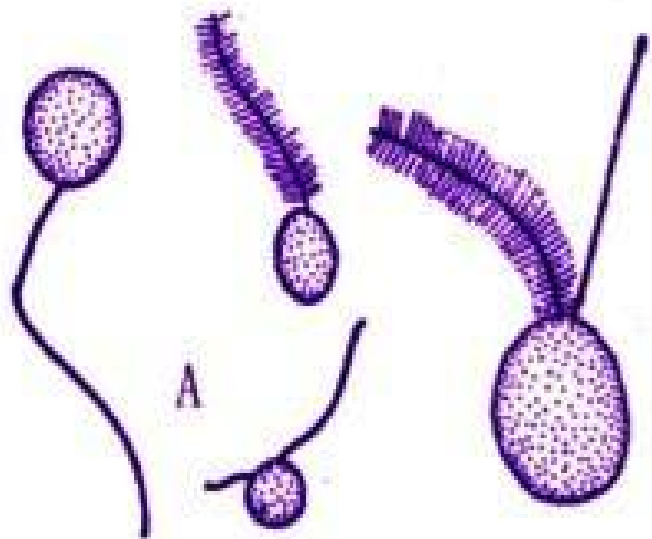
- ◆ 指不经过两个性细胞或性器官的结合而进行繁殖产生新个体的繁殖方式。
- ◆ 无性繁殖以营养繁殖为特征，有四种方式：断裂、裂殖、芽殖、割裂。

无性繁殖四种方式

- ◆ 断裂：菌丝体生长到一定时期，断裂成短段或长形细胞，或者菌丝的某些细胞膨大形成厚壁的孢子。
- ◆ 裂殖：营养体生长的一定时期，分裂成两个子细胞。如裂殖酵母。
- ◆ 芽殖：单细胞营养体或孢子，芽生出新的个体。如酵母菌。
- ◆ 割裂：孢子囊内原生质到一定时期分割成许多小块，每个小块变成一个孢子，孢子形成后孢子囊内原生质无剩余。如疫霉、毛霉。

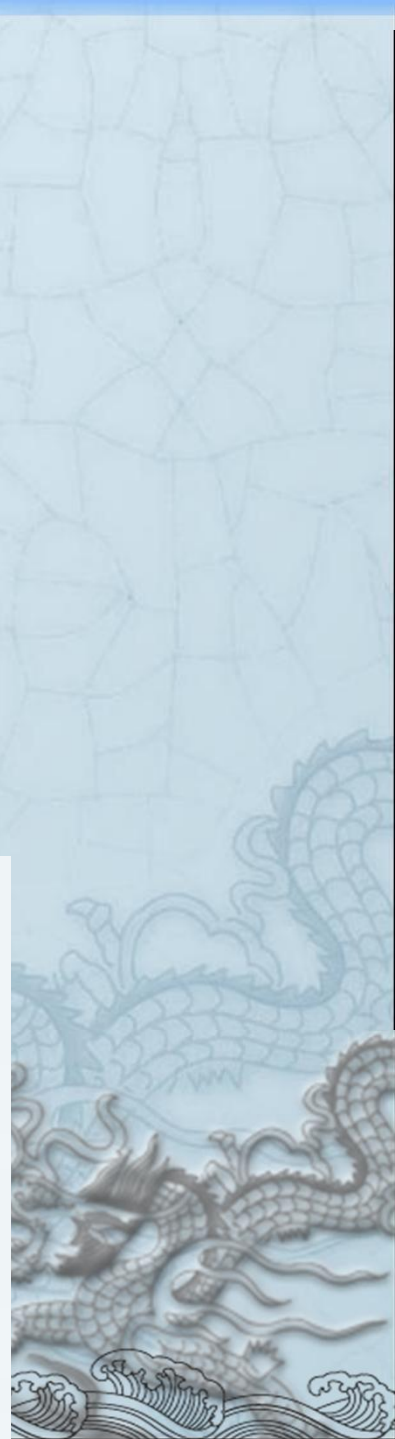
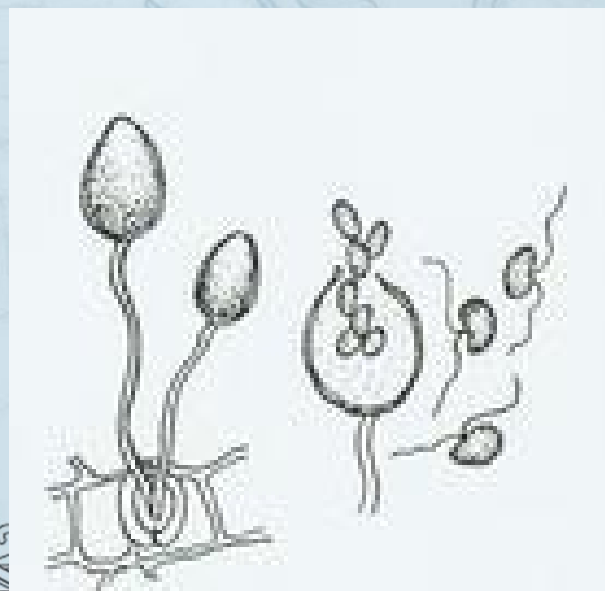
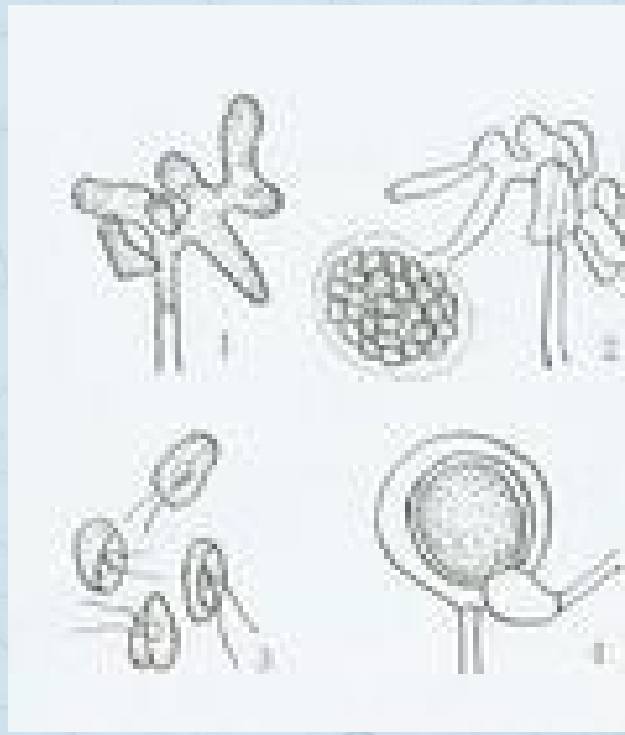
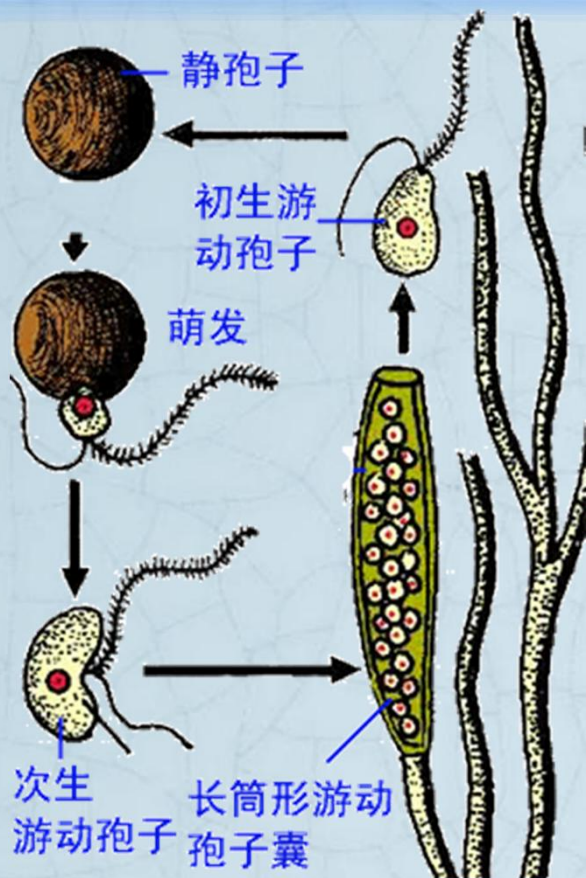
常见的无性孢子：

- ◆ 游动孢子 (zoospore)
- ◆ 孢囊孢子 (sporangiospore)
- ◆ 分生孢子 (conidium)
- ◆ 厚垣孢子 (chlamydospore)
- ◆ 节孢子 (arthrospore)：菌丝依靠隔膜裂断而产生的孢子



游动孢子 (zoospore)

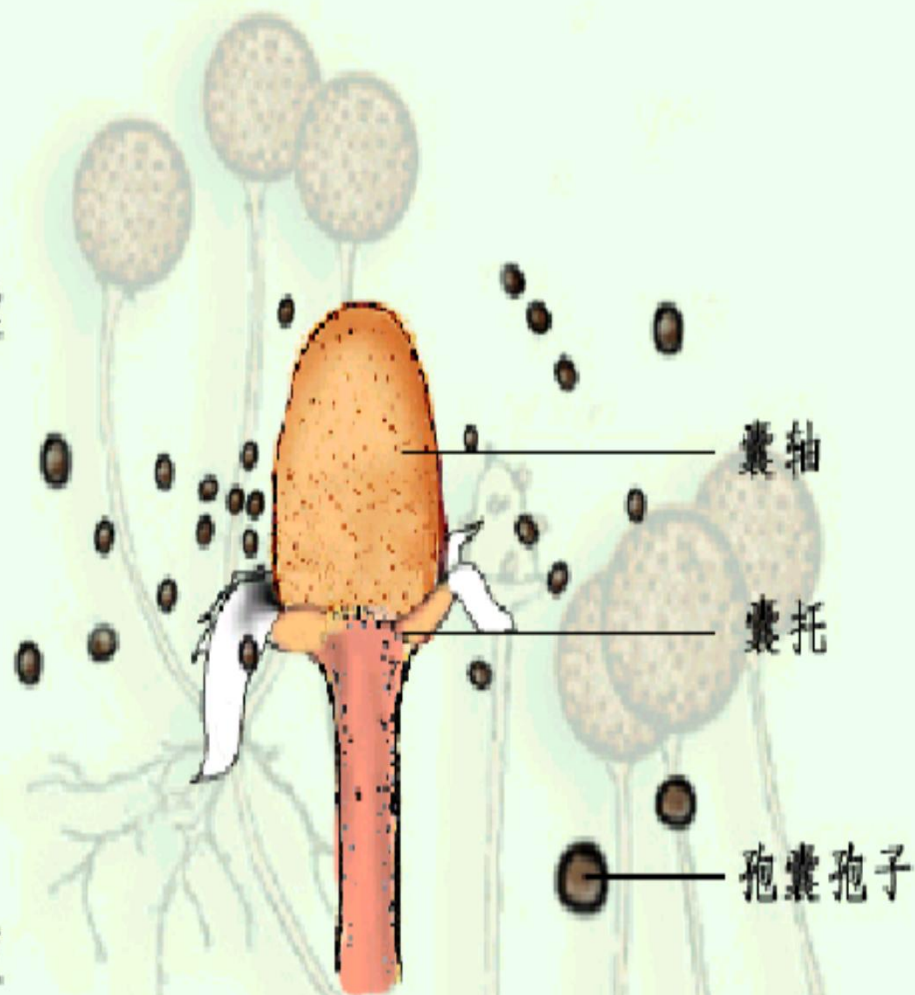
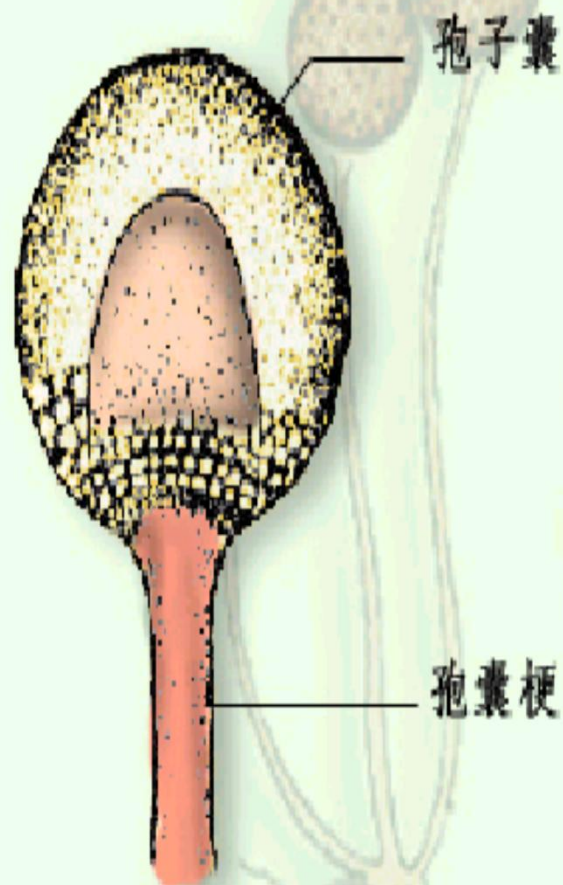
- ◇ 产生于菌丝膨大而形成的游动孢子囊内，没有细胞壁，孢子通常为圆形、洋梨形或肾形，具有一根或两根鞭毛，能够运动。割裂方式产生。孢子囊产生在孢子囊梗上，成熟后脱落或不脱落。



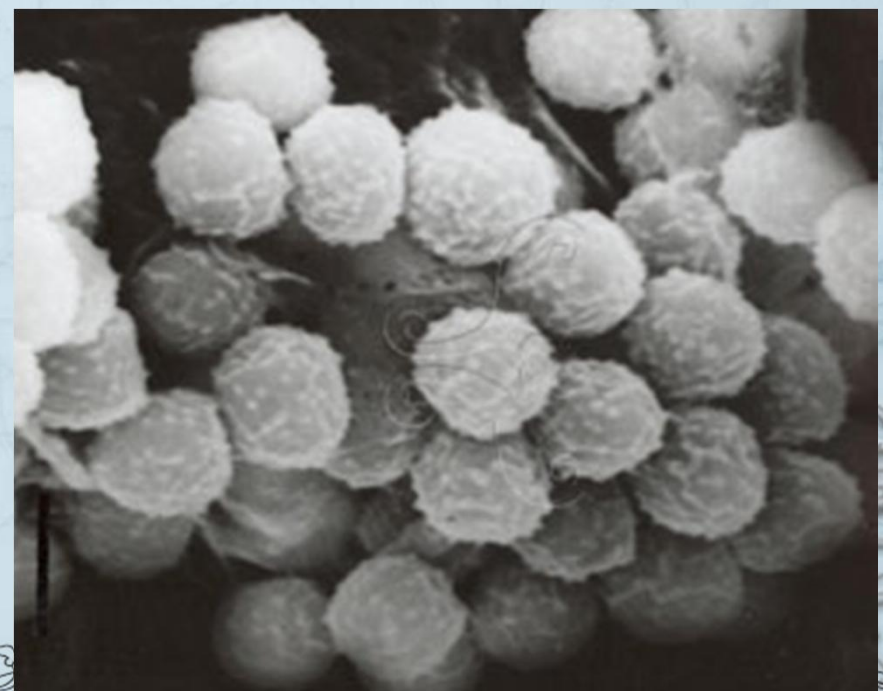
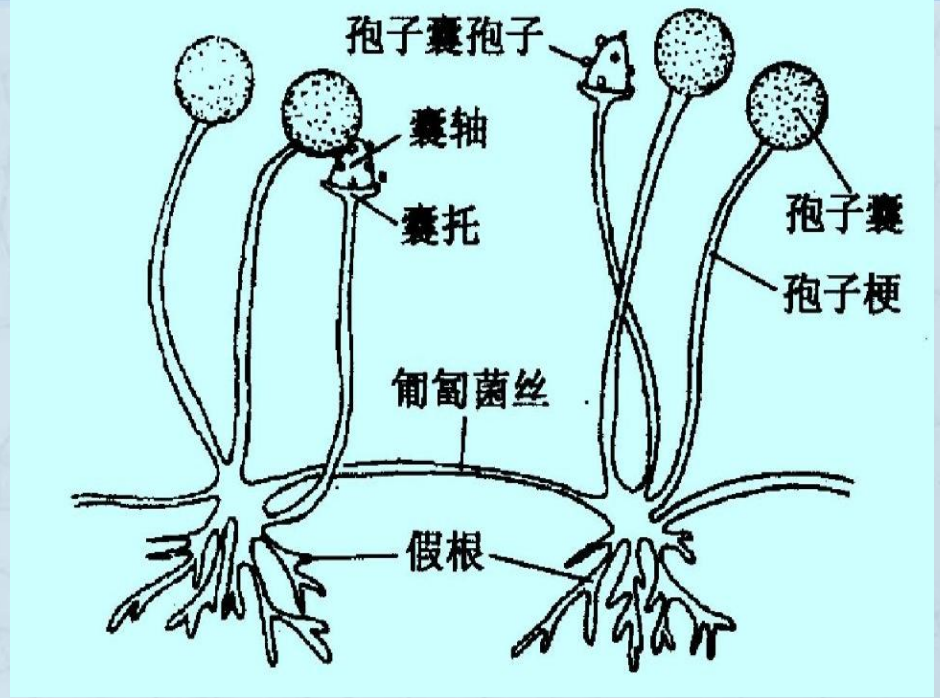
孢囊孢子 (sporangiospore)

- ◆ 生在孢子囊内的孢子。割裂方式产生，为接合菌的无性孢子，无鞭毛，有球形、柱状等多种形状。孢子囊是由菌丝分化成孢囊梗，孢囊梗顶端膨大形成。在孢子形成时，气生菌丝或孢囊梗顶端膨大，并在下方生出横隔与菌丝分开而形成孢子囊，孢子囊逐渐长大，然后在囊中形成许多核，每一个核包以原生质并产生孢子壁，即成孢囊孢子。

孢子囊



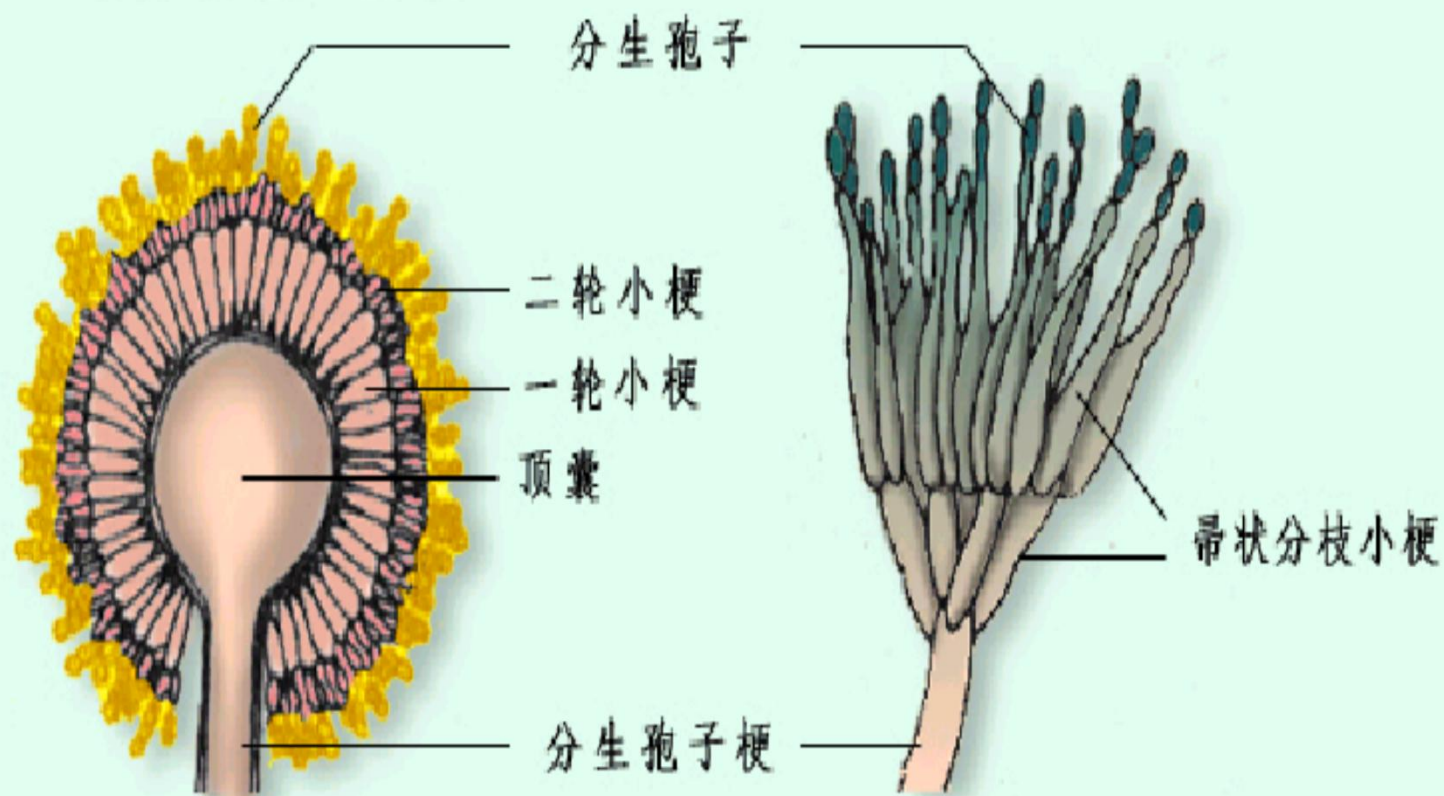
孢子囊破裂散发出孢囊孢子



分生孢子 (conidium)

- ◆ 是真菌中最常见的无性孢子，一般由菌丝分化形成分生孢子梗，分生孢子梗有的裸生，有的生长在一定结构的子实体里，如分生孢子器、分生孢子盘。分生孢子在梗上顶生、侧生或串生，成熟后脱落。着生于已分化的分生孢子梗上的无性孢子。大多由芽殖、裂殖方式产生，子囊菌和担子菌的无性孢子。（分生孢子梗，由菌丝分化而来，而与菌丝有形状差别。）

分生孢子头

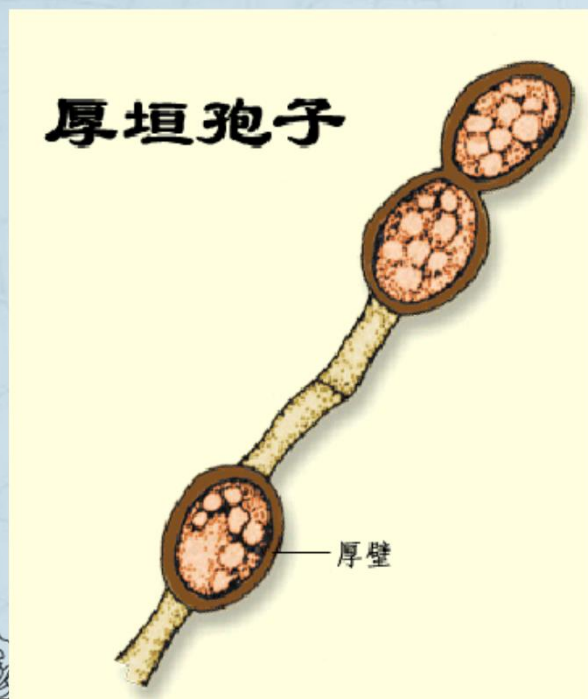


曲霉的分生孢子头

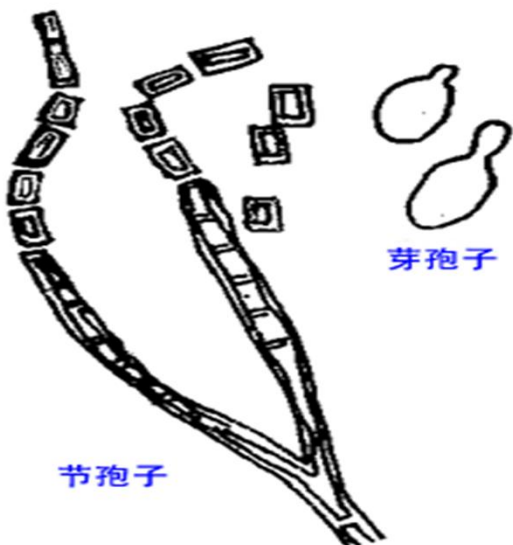
青霉的分生孢子头

厚垣孢子 (chlamydospore)：又称**厚壁孢子**，是由菌丝的个别细胞膨大，原生质浓缩和细胞壁变厚而形成的休眠孢子，呈圆形、长方形。由断裂方式产生。能抵抗不良环境。

节孢子 (arthrospore)：菌丝依靠隔膜裂断而产生的孢子

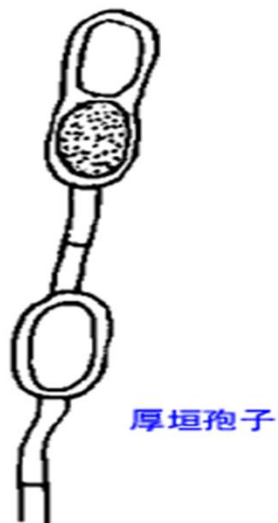


无性繁殖无性孢子



节孢子

芽孢子



厚垣孢子



游动孢子



孢囊及孢囊孢子



串生分生孢子



镰刀形分生孢子



有横纵隔膜的分生孢子

真菌的主要无性孢子



厚垣孢子的产生



(二)、有性繁殖(Sexual reproduction)：

- ◆ 指经过两个性细胞或性器官的结合而进行繁殖产生新个体的繁殖方式。真菌的性器官称为配子囊 (gametangium) ，性细胞叫配子。

真菌的有性孢子

- ◆ 是指细胞核进行结合的细胞或细胞核减数分裂之后最初形成的细胞所形成的孢子。
- ◆ 常见的有性孢子（卵孢子，接合孢子，子囊孢子，担孢子）

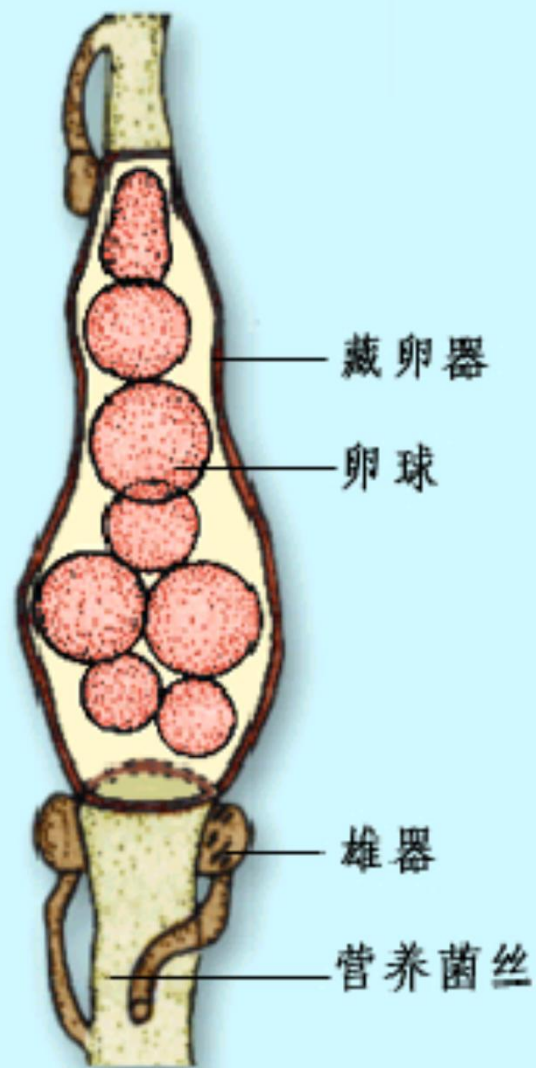
卵孢子(oospore)：是由异型配子囊交配形成的，是鞭毛菌中卵菌纲的有性孢子。雄器与藏卵器交配，在藏卵器中产生一个或几个卵孢子。

接合孢子(zygospore)：是由同型配子囊接合形成的，是接合菌的有性孢子。

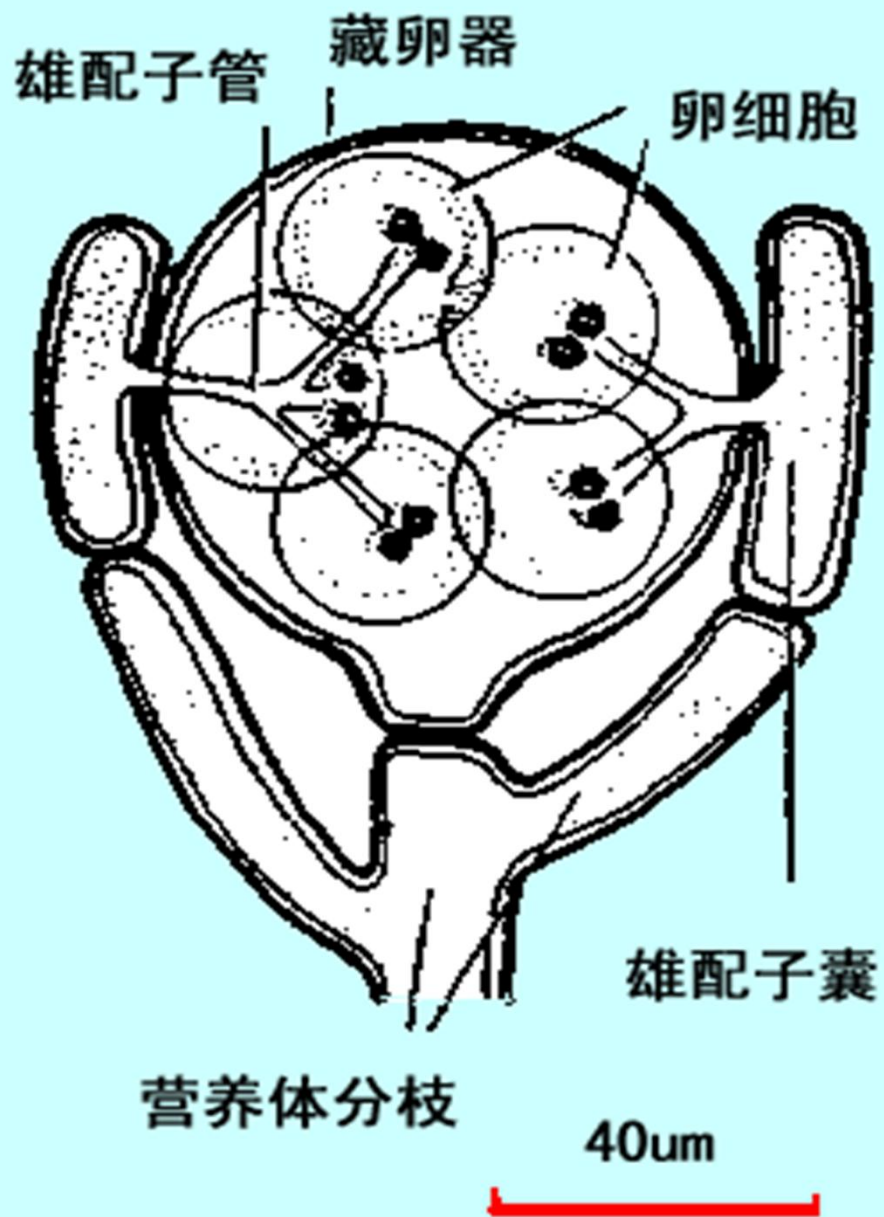
子囊孢子(ascospore)：是由异型配子囊结合，是子囊菌的有性孢子。子囊孢子产生在子囊内，每个子囊内一般是8个子囊孢子。子囊裸生或聚生在子囊果中。子囊果有四种类型：子囊壳(Pertbecium)，闭囊壳(Cleistothecium)、子囊腔(locule)，子囊盘(Apothecium)。。

担孢子(basidiospore)：它着生在担子上的外生孢子，是担子菌的有性孢子。

卵孢子



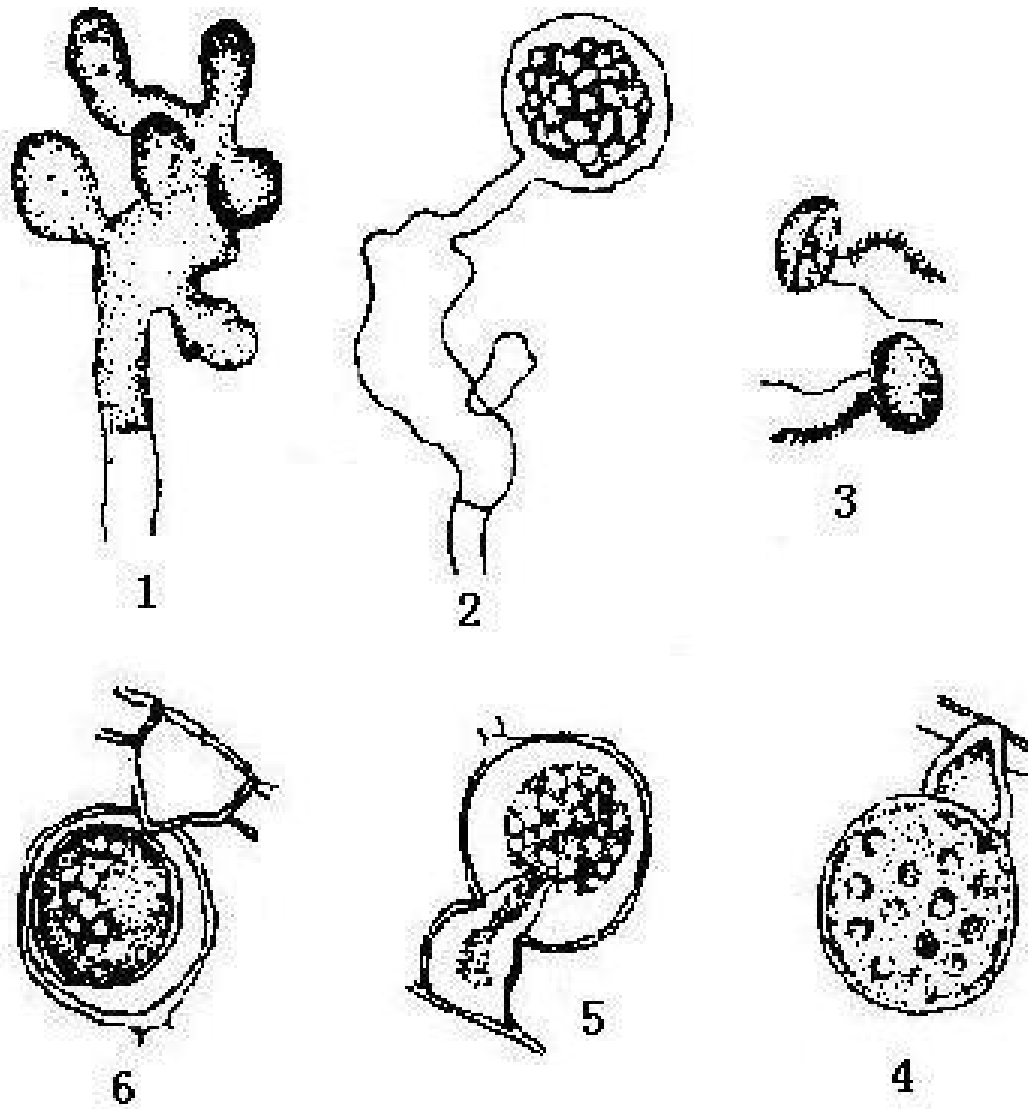
下弯绵霉的卵孢子（间生藏卵器）



水霉属的有性生殖

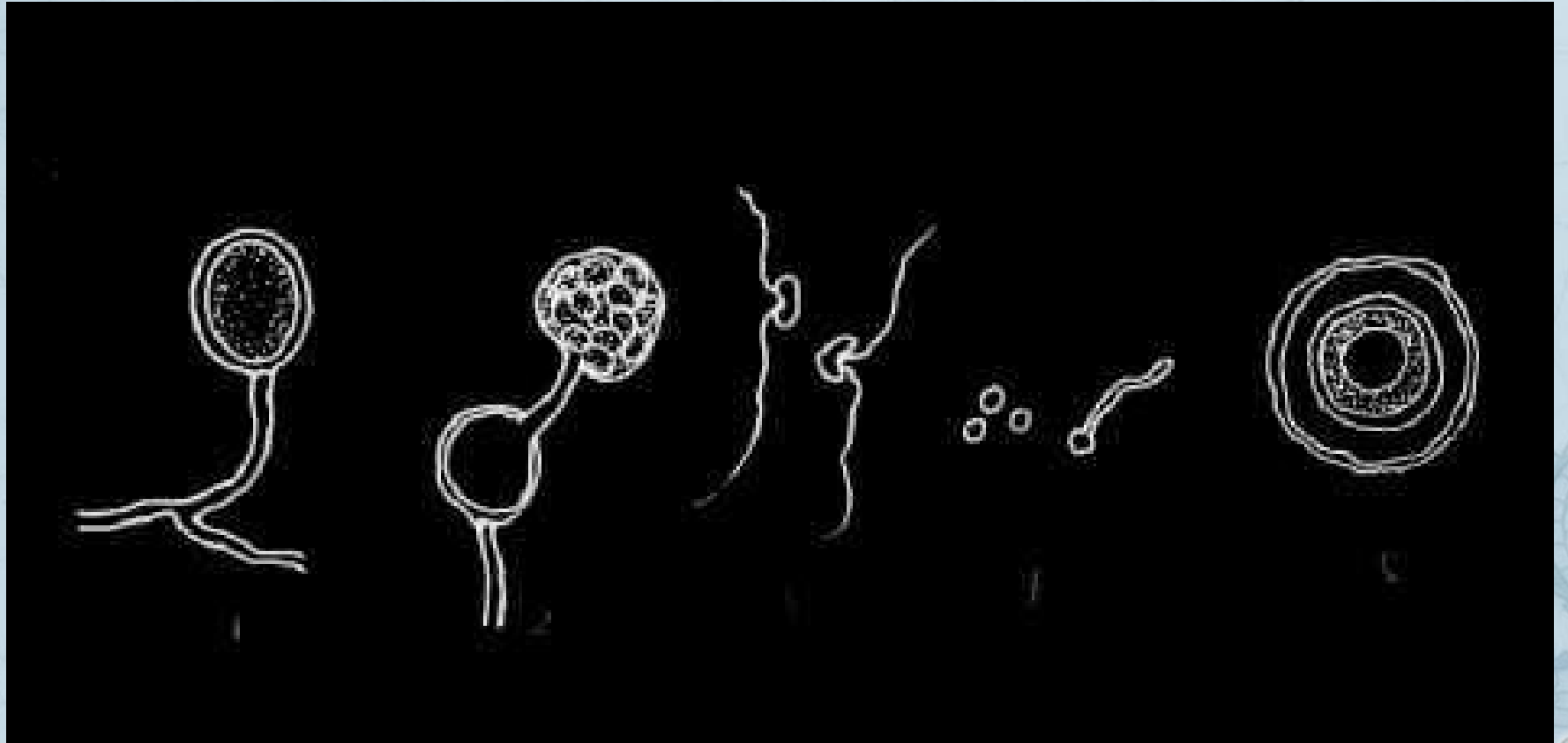


黄瓜疫病病原-卵孢子 (oospore)



瓜果腐霉 (*Pythium aphanidermatum* (Eds.) Fitzp)

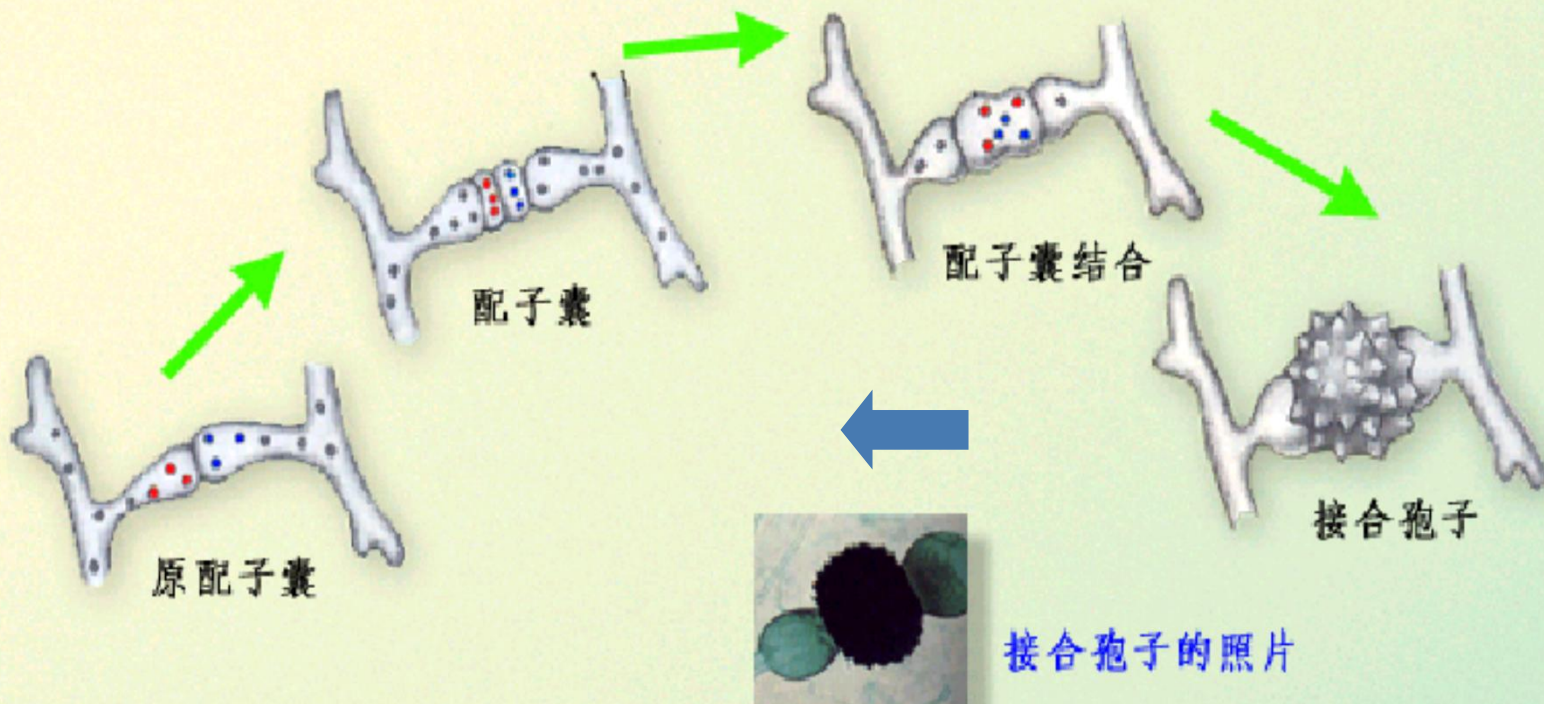
- 1、孢子囊 2、孢子囊萌发形成孢囊 3、游动孢子
 4、发育中的藏卵器 5、藏卵器和雄器交配
 6、藏卵器、雄器和卵孢子

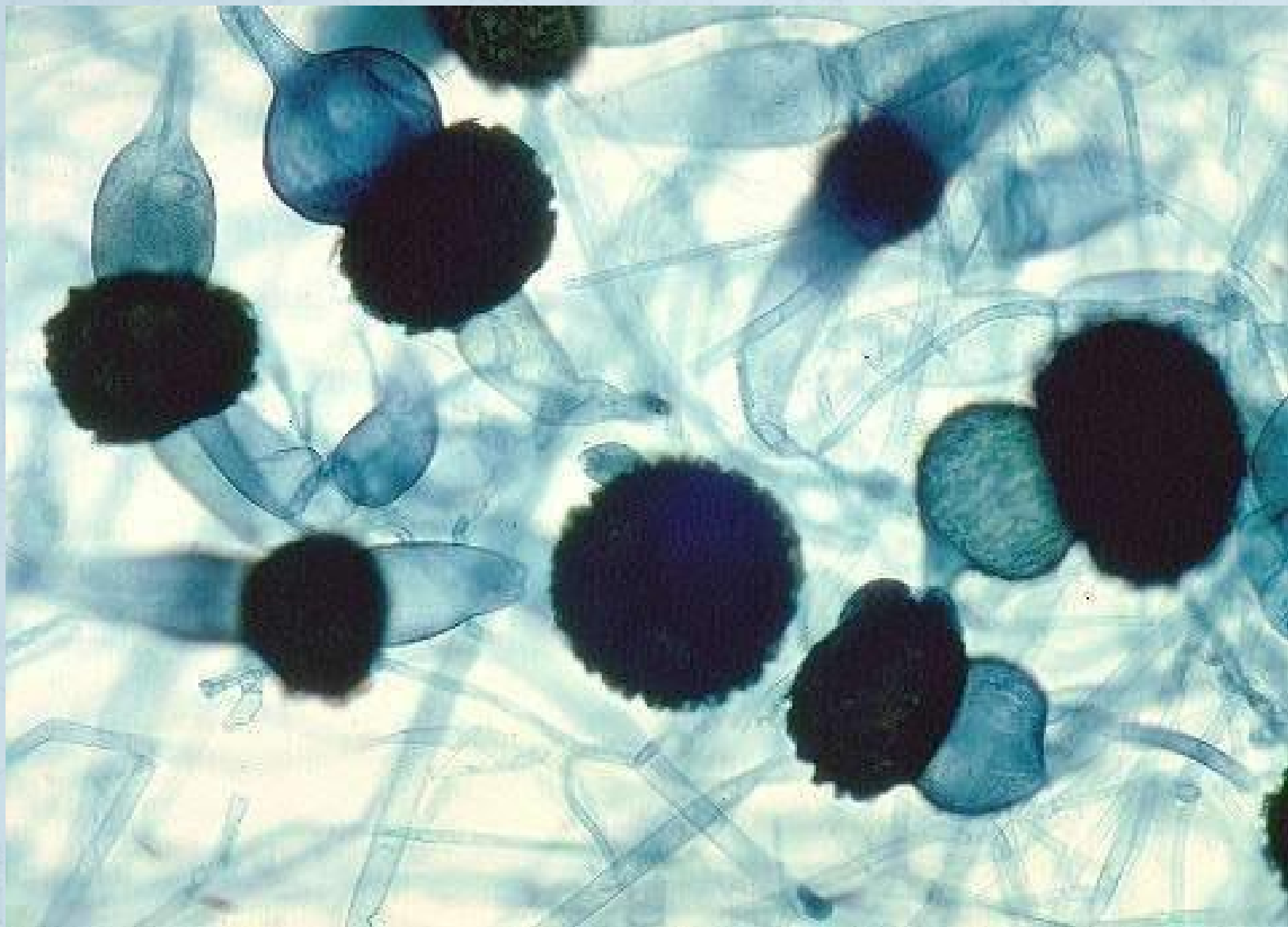


瓜类绵腐病 *Pythium aphanidermatum*

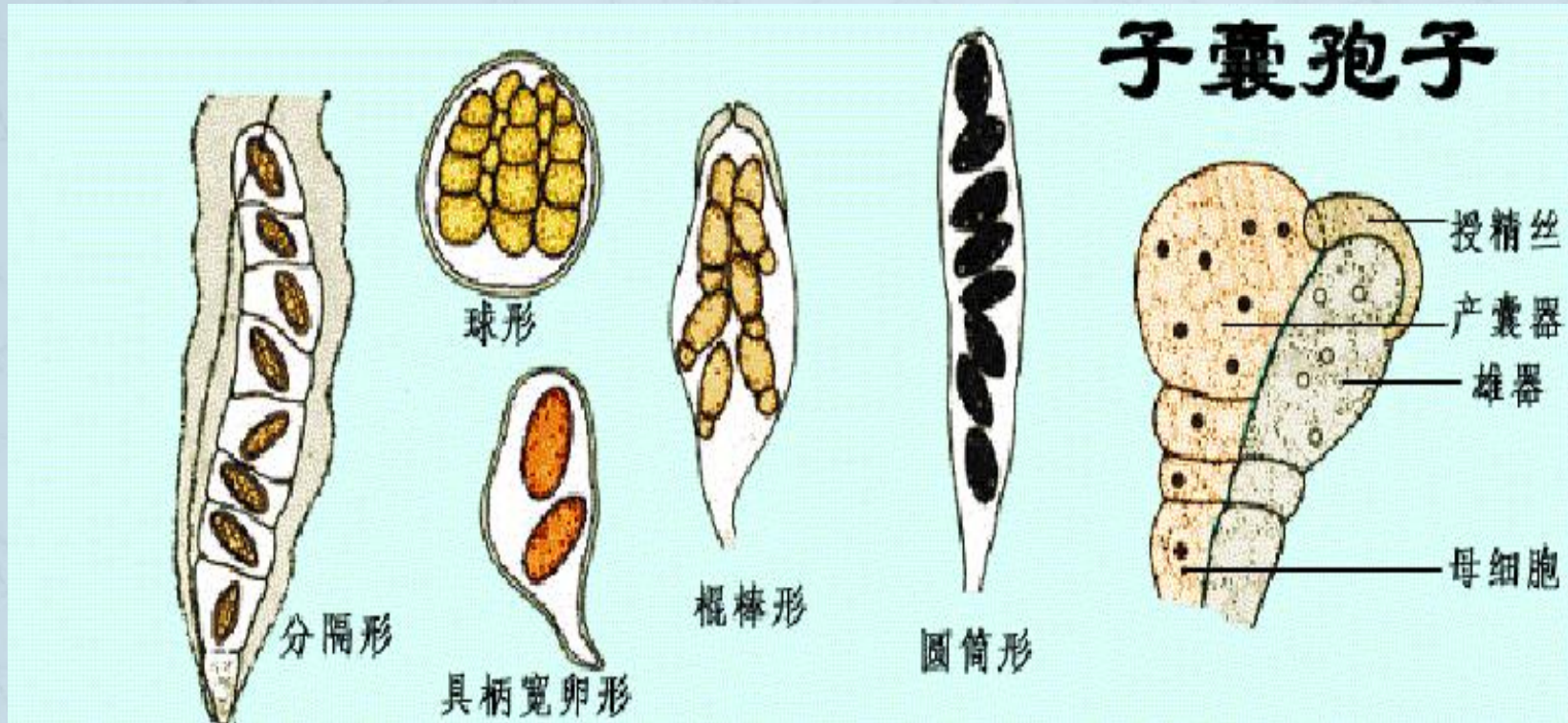
2、接合孢子：接合孢子是由菌丝生出的结构基本相似、形态相同或略有不同的两个配子囊接合而成。

接合孢子

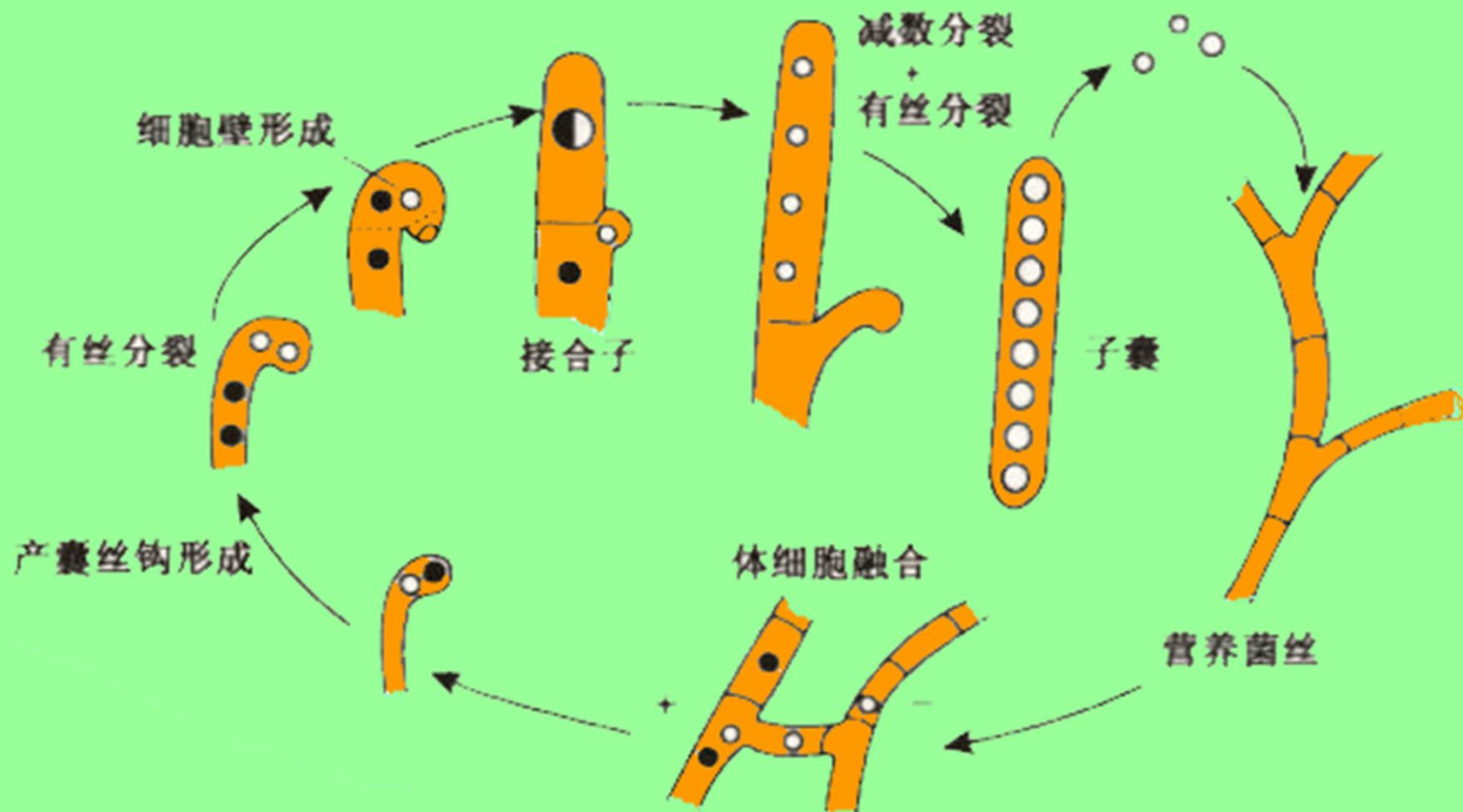




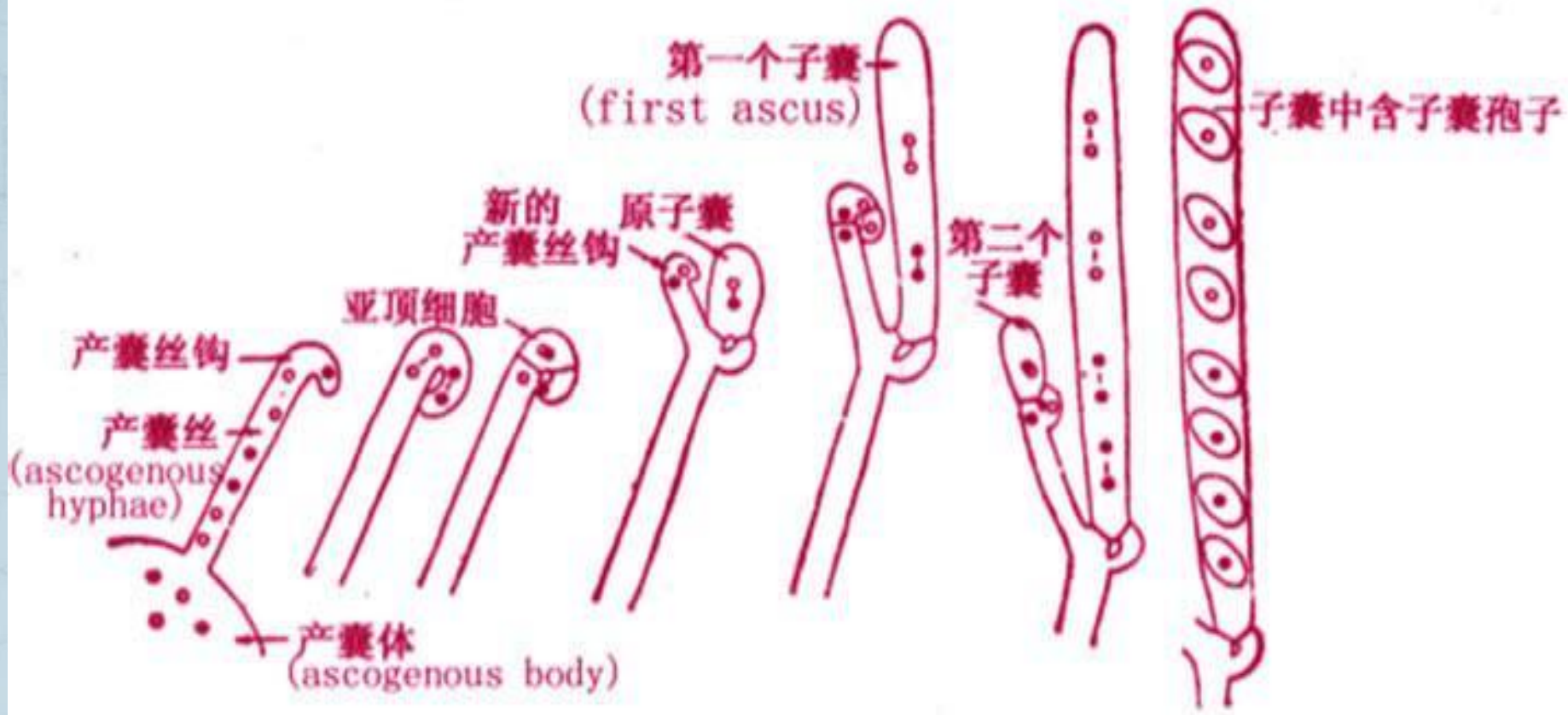
子囊孢子：真菌的菌丝可分化为产囊器和雄器，然后二者结合形成子囊，再于子囊内产生有性孢子，



子囊的发育



子囊菌的有性生殖

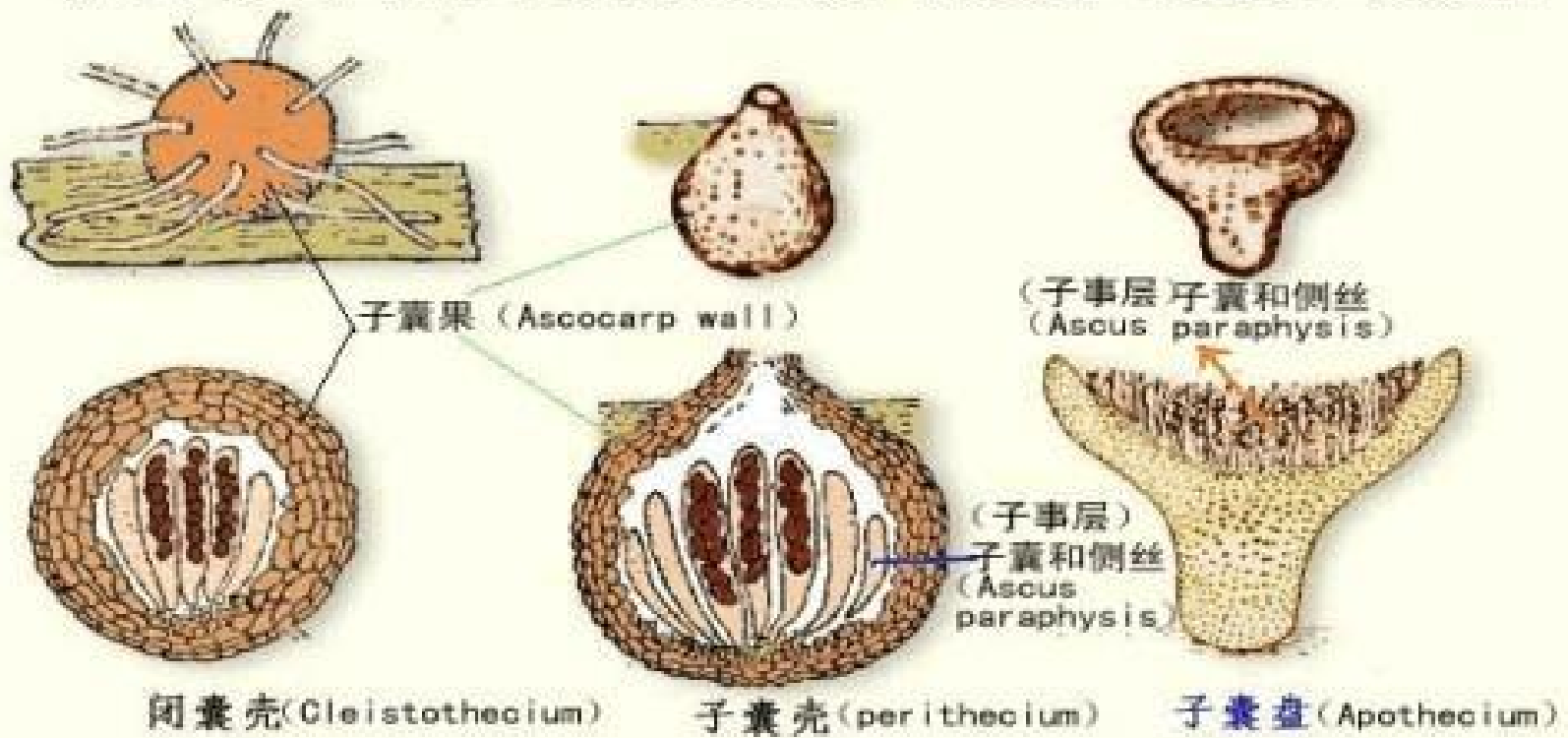




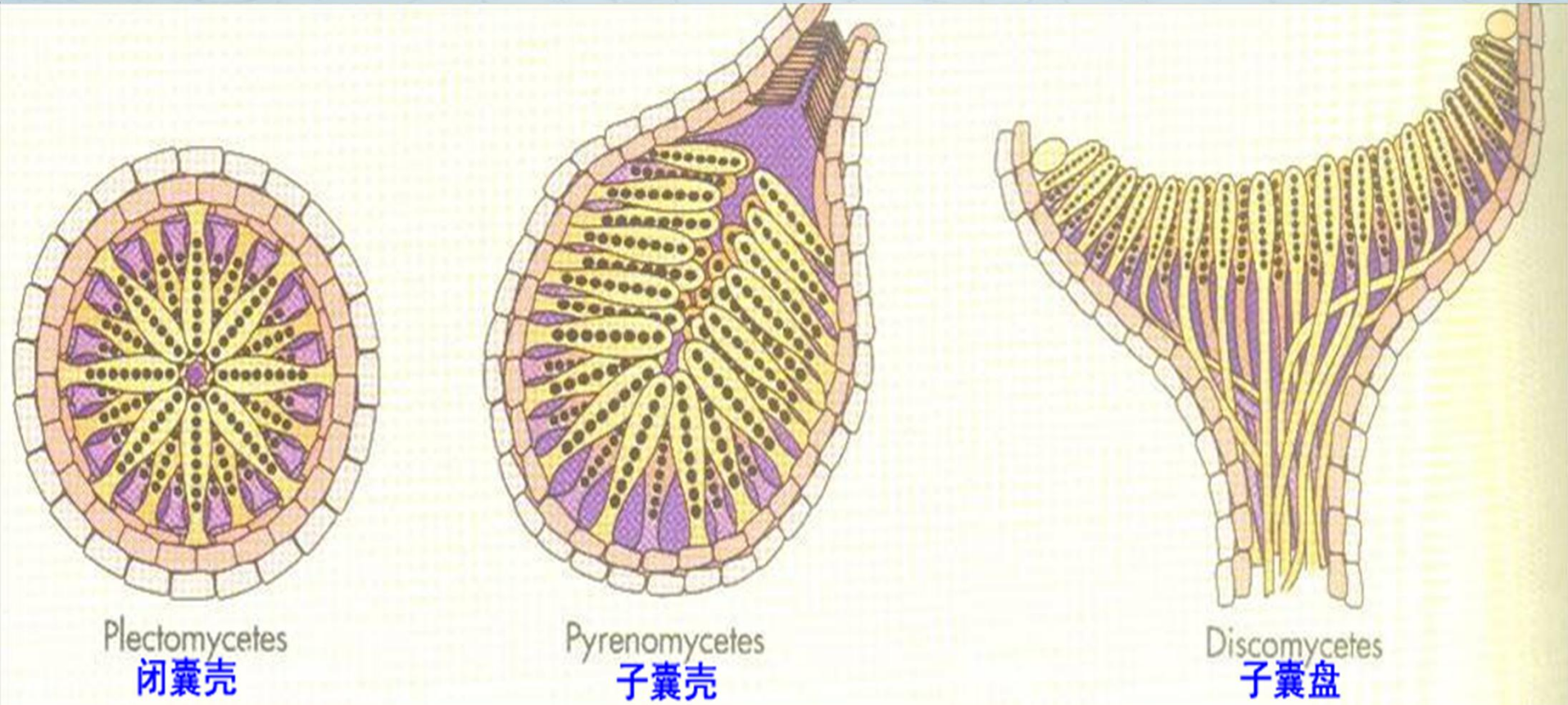
不同形状大小
的子囊孢子

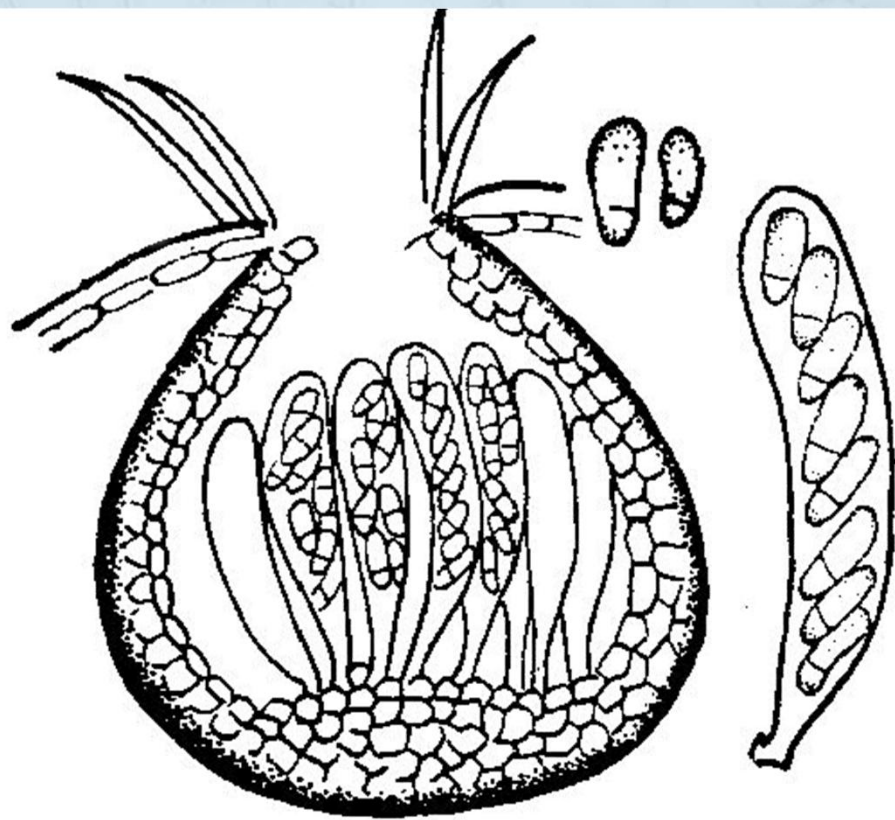
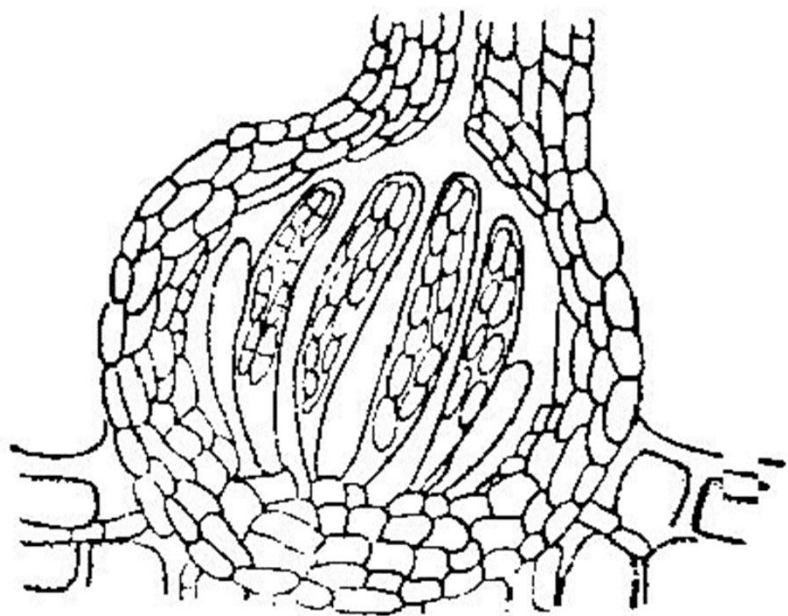
子囊果

由真菌气生菌丝特化，能产生有性孢子，结构复杂的子实体称为子囊果。根据外形可分为3类：闭囊壳、子囊壳、子囊盘。



子囊和子囊孢子





239

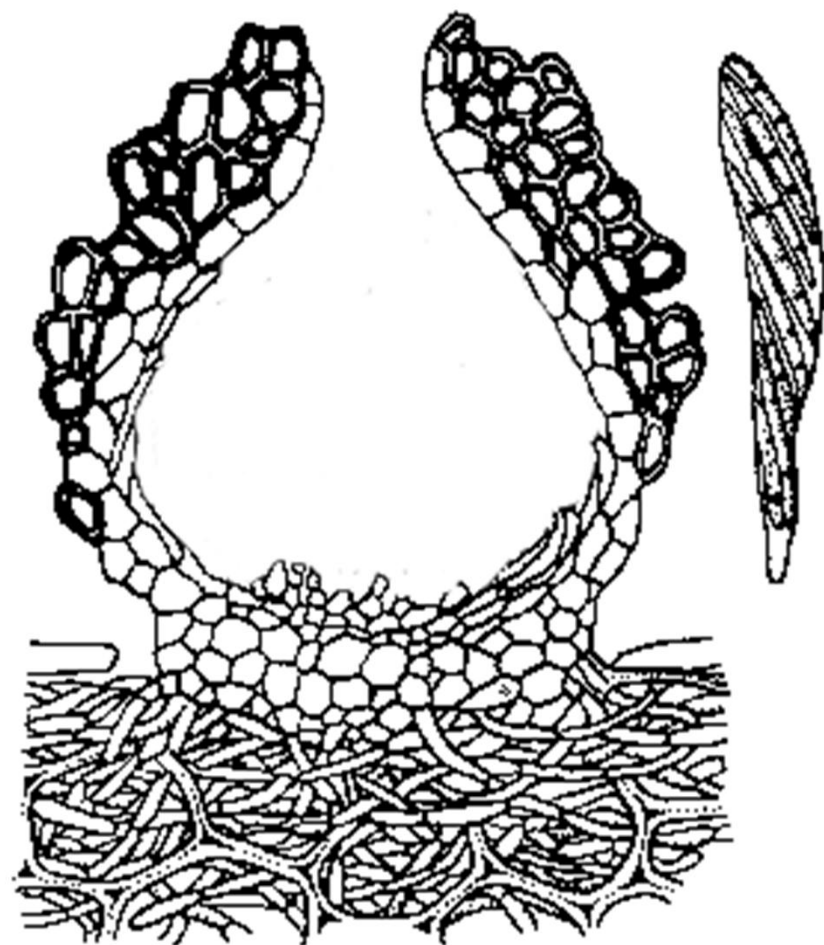
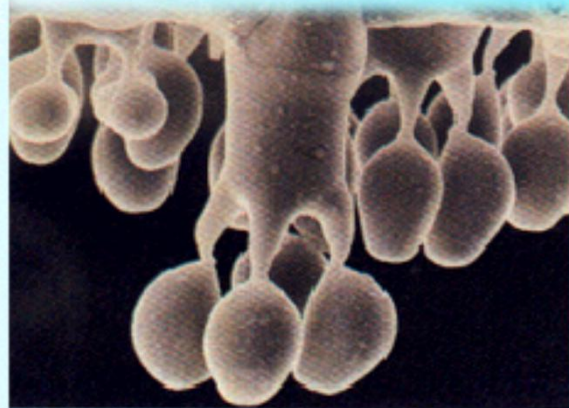


图 2-73 赤霉属
子囊壳和子囊

担孢子：真菌的菌丝经过特殊分化和有性结合形成担子，在担子上形成有性孢子

担孢子



担子菌的两性器官多已退化。在进行有性繁殖时通过菌丝结合产生双核菌丝，在双核菌丝两个核分裂之前产生勾状分枝形成锁状联合，然后双核菌丝顶端膨大形成担子，双核融合，两次减数分裂后产生4个单倍体的核，在担子外长出4个单倍体担孢子，以弹射方式释放担孢子。

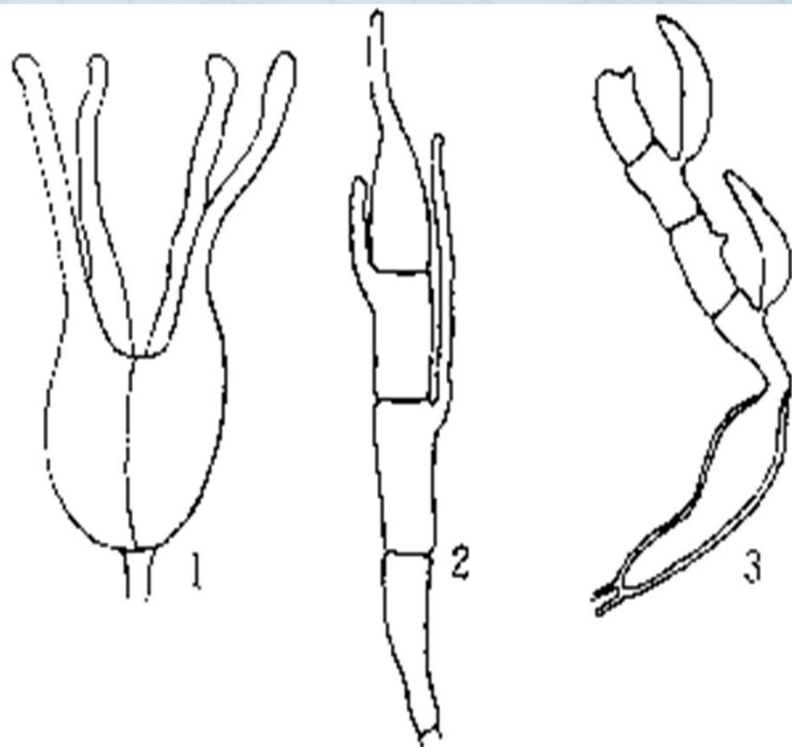
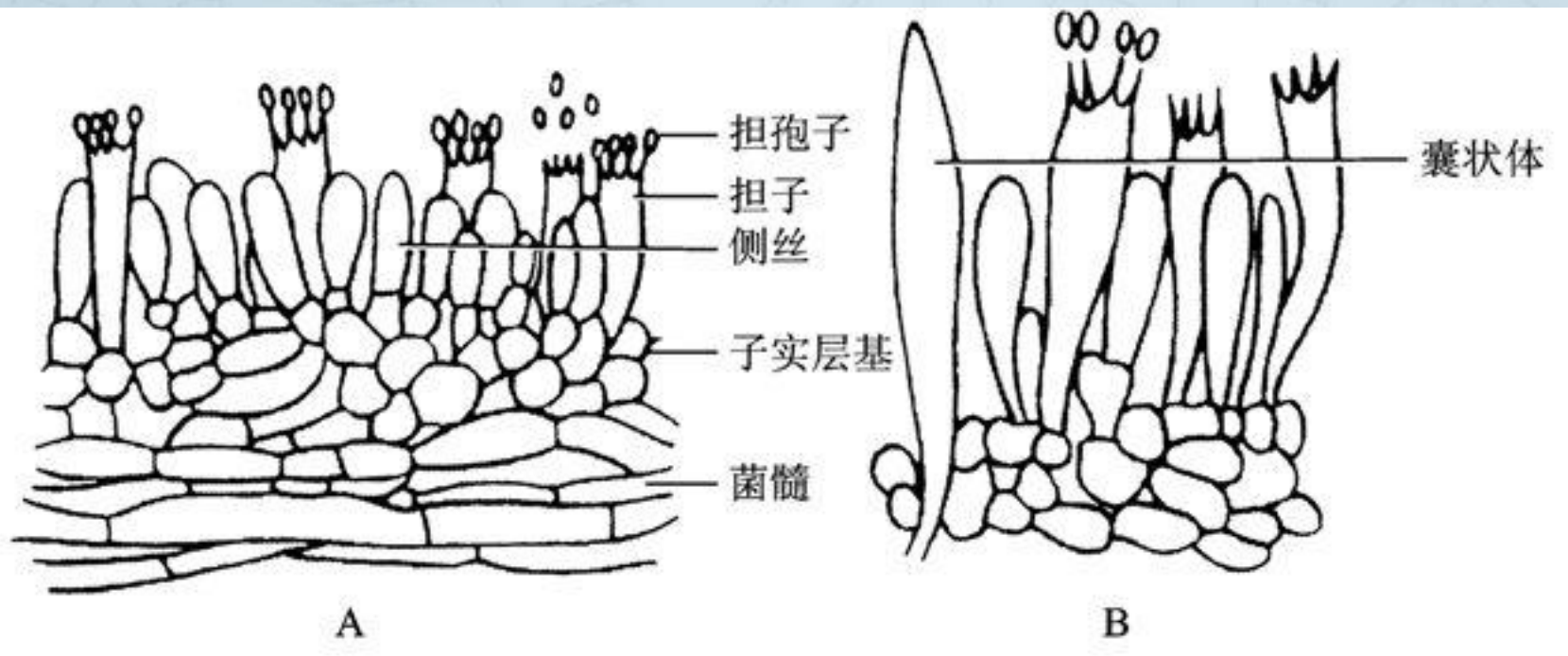
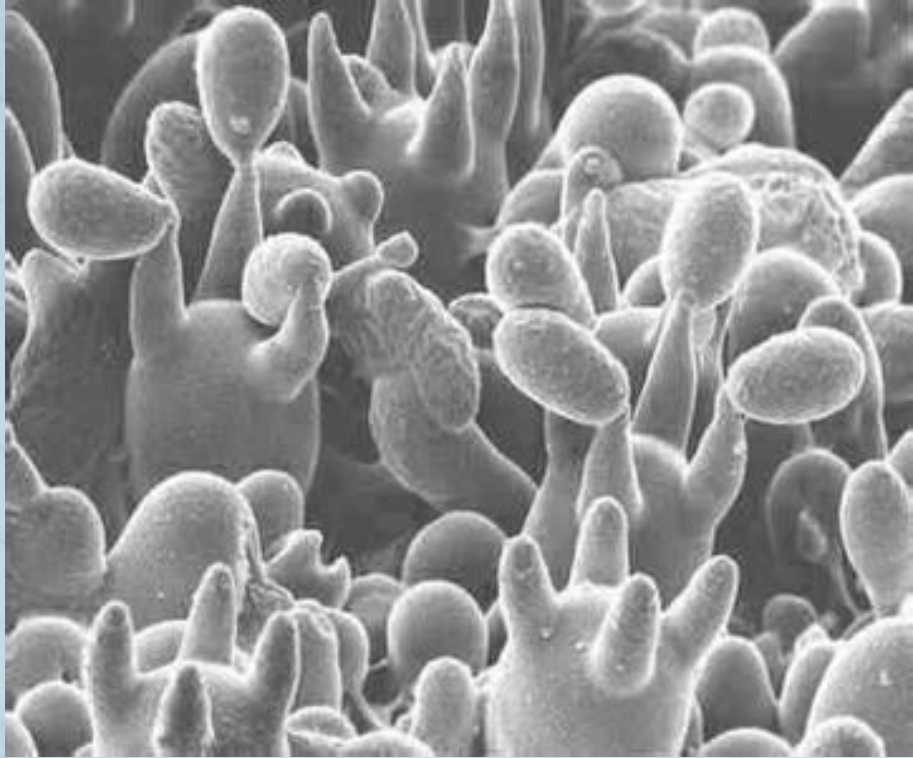
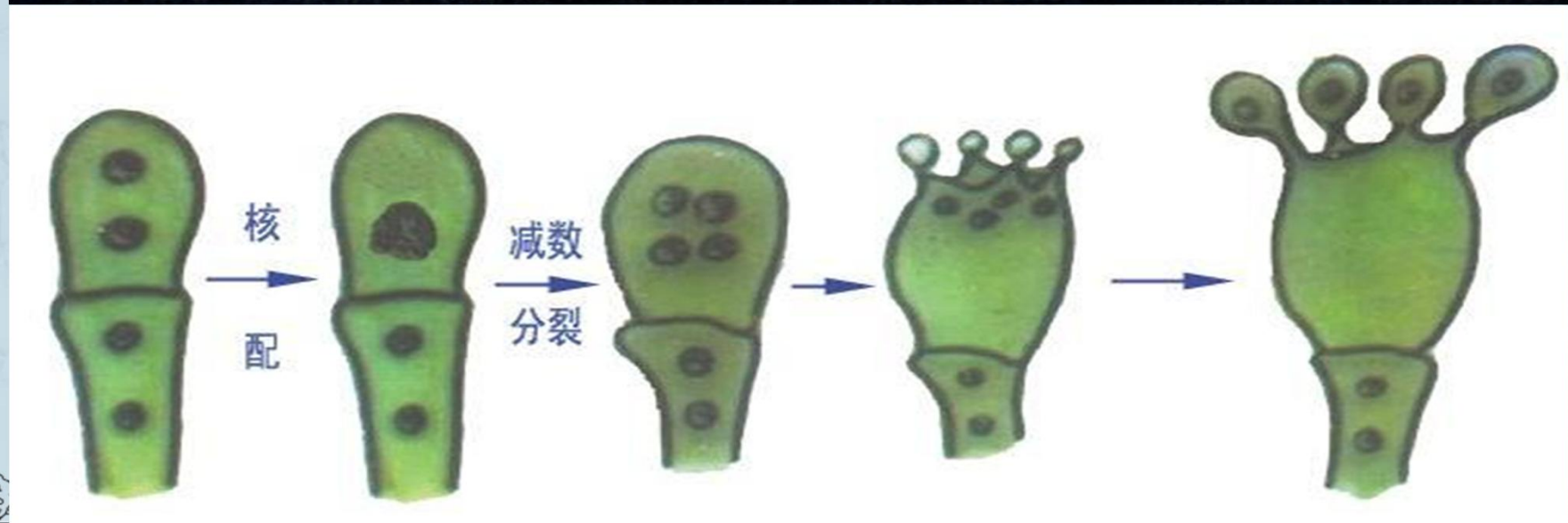
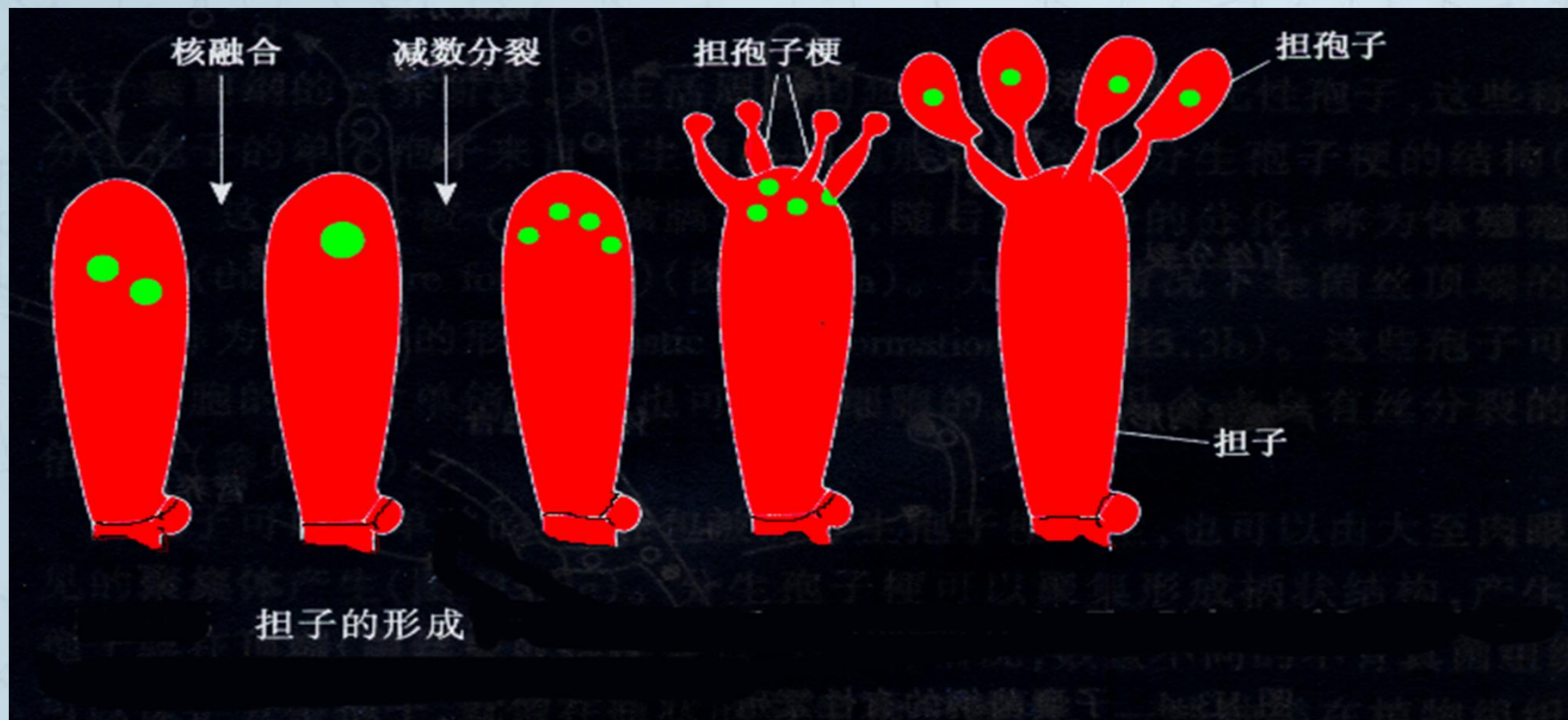


图 2-99 各种有隔担子的形态
1. 银耳目 2. 毛木耳目 3. 隔担耳属









真菌的生活史

- ◆ 真菌的生活史是指真菌从一种孢子萌发开始，经过生长发育，最后产生同一种孢子为止的过程。
- ◆ 真菌典型的生活史包括无性和有性两个阶段。真菌孢子萌发长出芽管，芽管不断地伸长、分枝成为菌丝，菌丝生长到一定时期，从菌丝上分化出无性繁殖器官，产生无性孢子。到寄主作物生长后期，环境条件不再适于真菌的生长时，真菌就形成有性生殖器官，产生有性孢子。

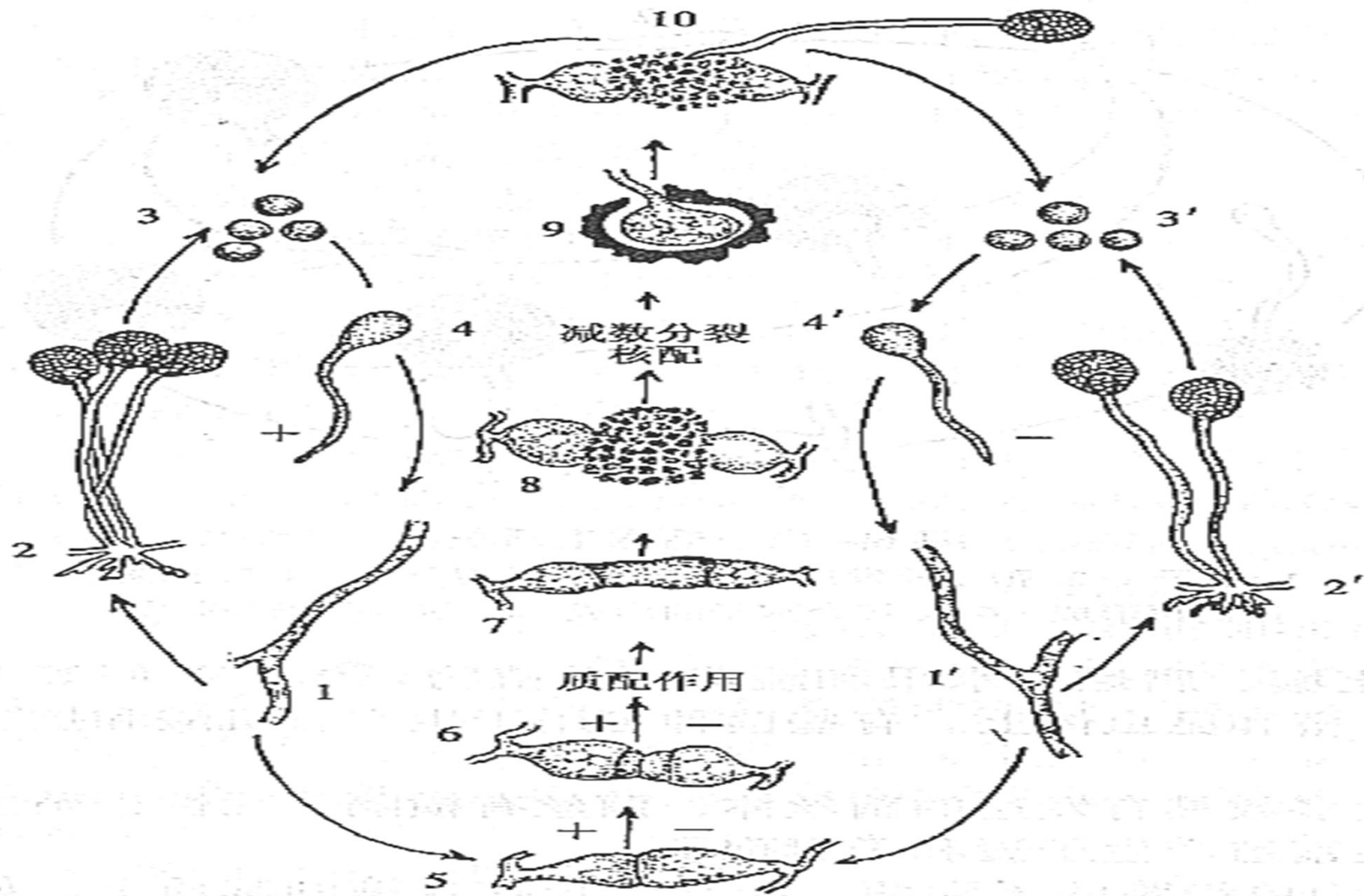


图 6-13 匏枝根霉的生活周期

1. 菌丝 2. 假根、孢囊梗和孢子囊 3. 孢囊孢子 4. 孢囊孢子萌发
 5. 原配子囊 6. 配子囊接合 7. 幼接合孢子 8. 成熟接合孢子
 9. 接合孢子萌发 10. 芽生孢子囊
 (《常见与常用真菌》，1973)

四、真菌的群体特征-菌落

- ◆ 酵母状真菌的菌落一般呈蜡脂状；表面光滑、湿润、粘稠，或者呈粉粒状、粗糙、皱褶；边缘整齐、缺刻或带丝状。多呈乳白色，比细菌菌落大而厚。
- ◆ 霉菌的菌落结构多样，菌落形态较大，质地一般比放线菌疏松，外观干燥，不透明；呈现或紧或松的绒毛状、絮状、蜘蛛网状、毡状、绳索状、皮革状等等。蛛网状、绒毛状或棉絮状；菌落与培养基的连接紧密，不易挑取，菌落正反面的颜色和边缘与中心的颜色常不一致等。

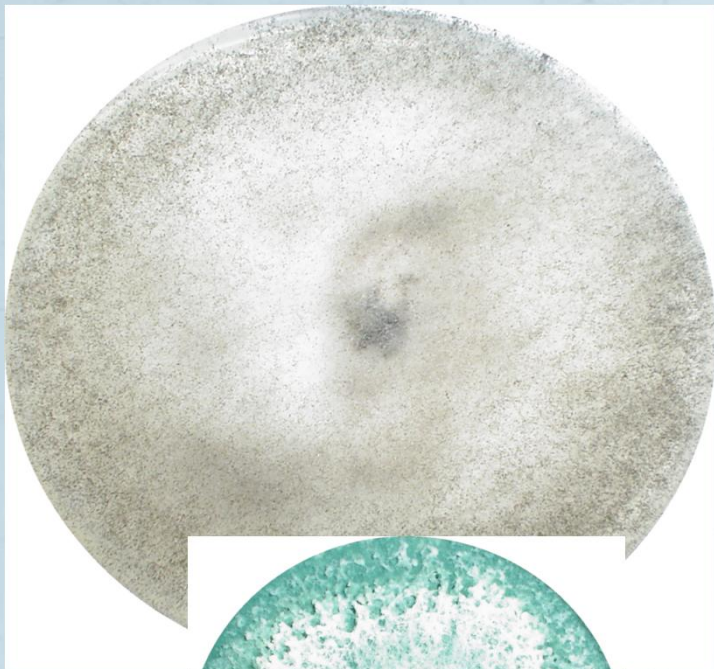


29/





真菌菌落





黑曲霉菌

四大类微生物菌落识别要点



湿润，正反面颜色一致				干燥，正反面、中央与边缘颜色不一致		
菌落小		菌落大		菌落小		菌落大
扁平	隆起	扁平	隆起	致密	致密	疏松
细菌			酵母菌	放线菌	霉菌	

五、真菌的分类

◆ (一)、相关概念

- ◆ 霉菌 (molds)：是一些“丝状真菌”的总称，凡生长在营养基质上形成绒毛状、蜘蛛网状或絮状菌丝体的小型真菌统称为霉菌。如：毛霉、根霉、曲霉、青霉、赤霉等等。
- ◆ 酵母菌 (yeast)：是一群单细胞真菌的统称。如：酿酒酵母等
- ◆ 蕈菌 (Mushrooms)：又称蘑菇，是大多数担子菌的双核细胞菌丝形成紧密的子实体（担子果）结构。如：香菇、双孢菇、草菇等等

(二)、分类

- ◆ 以形态特征和有性生活史为分类指征，真菌界下分真菌门和黏菌门，真菌门分为鞭毛菌亚门、接合菌亚门、子囊菌亚门、担子菌亚门、半知菌亚门。

安斯沃思 (G. C. Ainsworth 1971 , 1973) 的分类系统

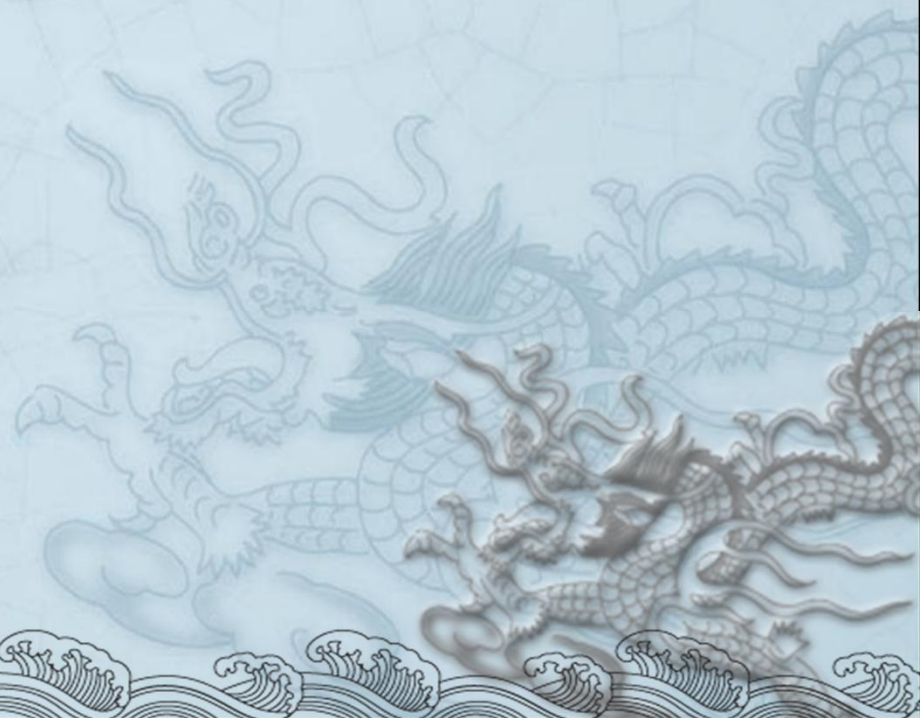
- ◆ 该系统在 Whittake 将真菌独立成界的基础上，将真菌界分为两个门（真菌门和粘菌门），在真菌门内根据有性孢子的类型、菌丝是否有隔膜等性状分为 5 个亚门，即鞭毛菌亚门、接合菌亚门、子囊菌亚门、担子菌亚门和半知菌亚门。
- ◆ 这一分类系统在上个世纪较有影响，但显然这一系统仍属“人为分类”而非真正按亲缘关系和客观反应系统发育关系对真菌进行的“自然分类”。

第 8 版 《真菌字典》

- ◆ 1995 年,国际真菌学研究的权威机构—英国国际真菌研究所 (International Mycological Institute) 出版。主要根据 16s RNA 序列的研究、生物化学和细胞壁组分以及 DNA 序列分析的结果。
- ◆ 将原来的真菌界划分为原生动物界、藻界和真菌界。
- ◆ 真菌界仅包括了 4 个门,即壶菌门、接合菌门、子囊菌门和担子菌门。
- ◆ 藻界:卵菌、丝壶菌和网粘菌被发现与硅藻类和褐藻类具有近缘关系。
- ◆ 原生动物界:粘菌。

第二节、真菌的代表种类

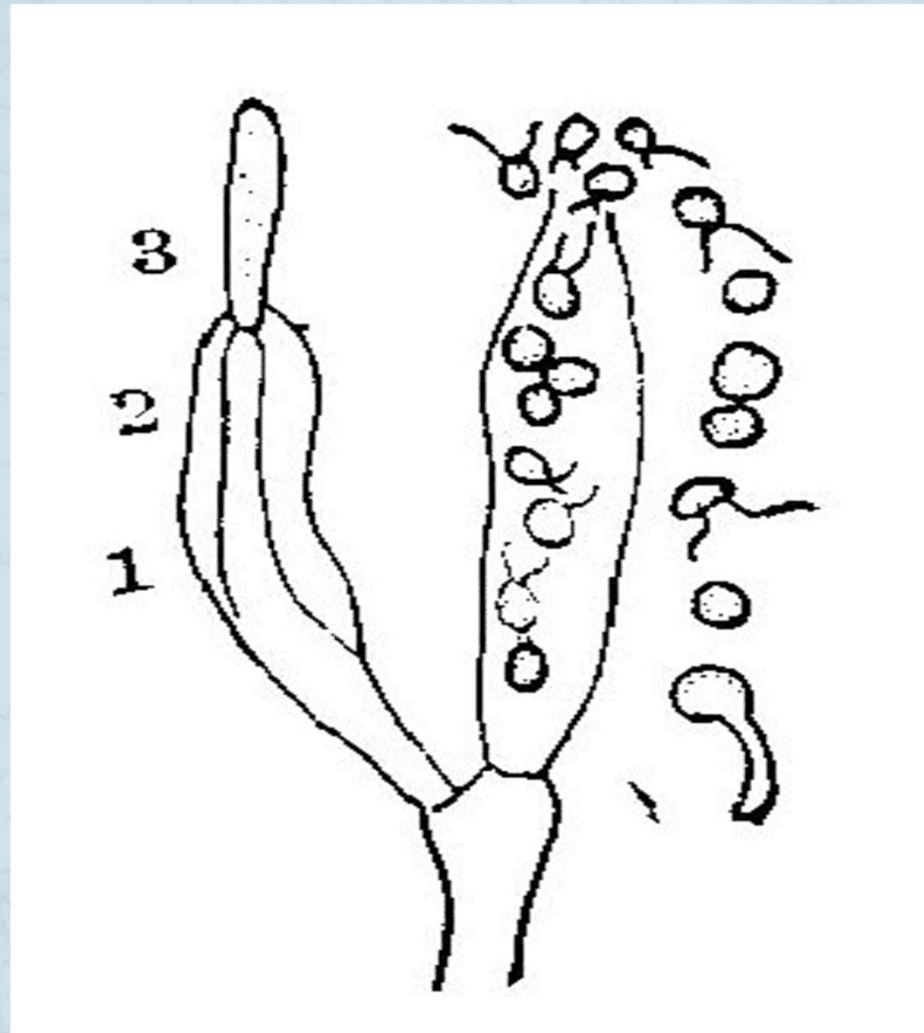
- ◇ 一、鞭毛菌亚门
- ◇ 二、接合菌亚门
- ◇ 三、子囊菌亚门
- ◇ 四、担子菌亚门
- ◇ 五、半知菌亚门



一、鞭毛菌亚门

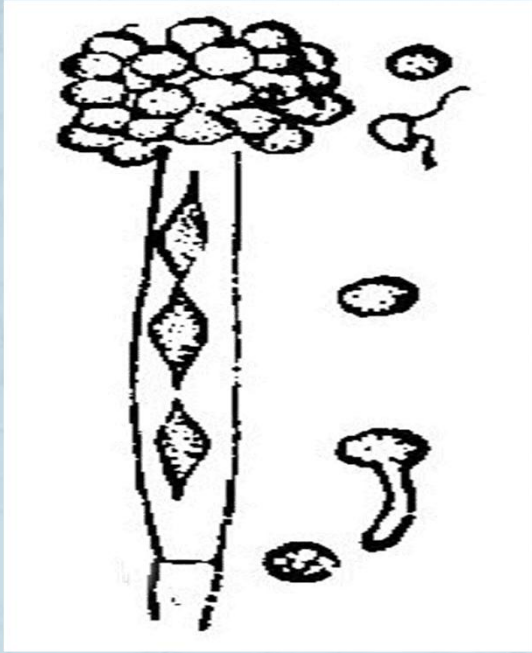
- ◆ 鞭毛菌亚门的真菌营养体为无隔菌丝体，无性繁殖时形成游动孢子囊，有性生殖产生卵孢子。孢子和配子或其中的一种是可以游动的。
- ◆ 代表属：绵霉属(*Achlya*)

1. 第一型游动孢子自囊口排出后休止，再形成1.2.已空的孢子囊;3.正在发育的幼孢子囊第二型游动孢子。新孢囊发生在旧孢囊内，有层出现象-----水霉菌属 (*Saprolegnia*)



1.2.已空的孢子囊;3.正在发育的幼孢子囊

2. 游动孢子聚集在囊口休止，而后再形成 第二型游动孢子，它包括：



孢子在囊中排成一列
-----丝囊绵霉属
(*Aphanomyces*)

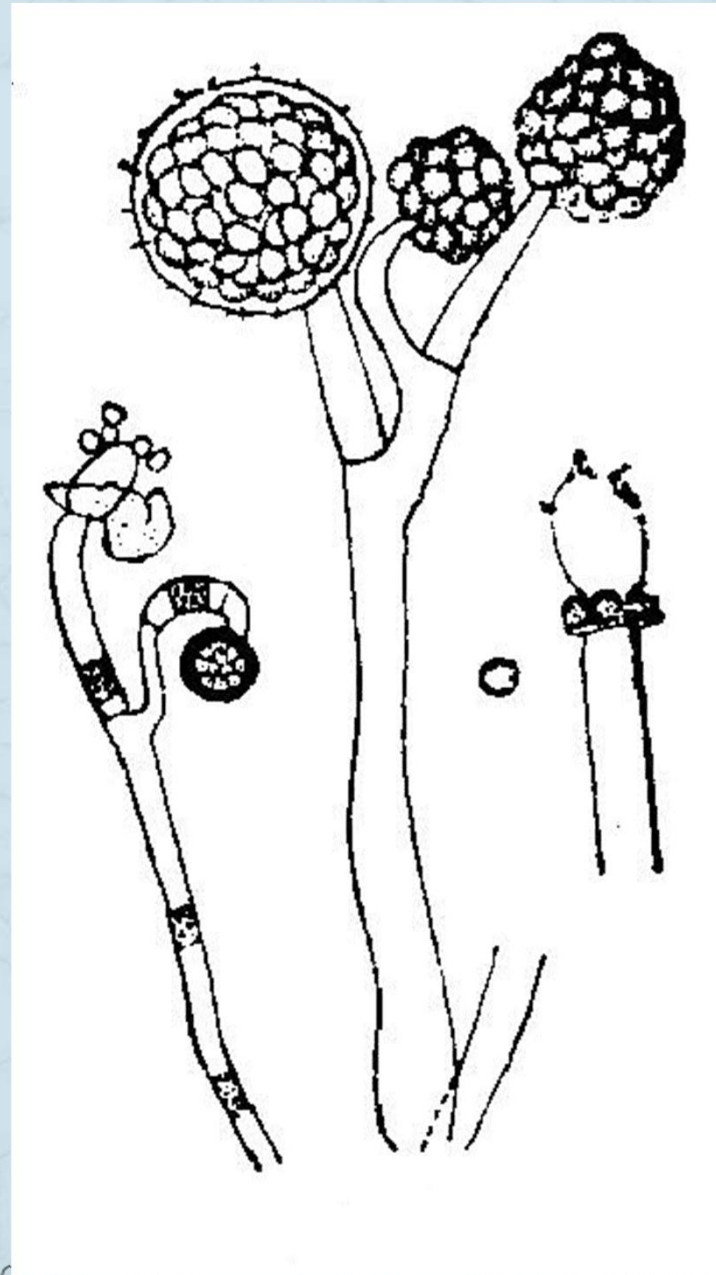


孢子在囊中排成数列，
新孢囊自旧孢囊侧生
例： 稻绵腐病菌(*A.oryzae*)
-----绵霉属(*Achlya*)

二、接合菌亚门

- ◆ 接合菌亚门真菌的营养体是无隔菌丝体。无性繁殖形成孢子囊和孢囊孢子，有性生殖产生接合孢子。
- ◆ 代表属：毛霉属(*Mucor*)，根霉属(*Rhizopus*)等等

孢囊梗短，
不坚硬，一
般不分枝，
配子囊形状
，大小相似
-毛霉属

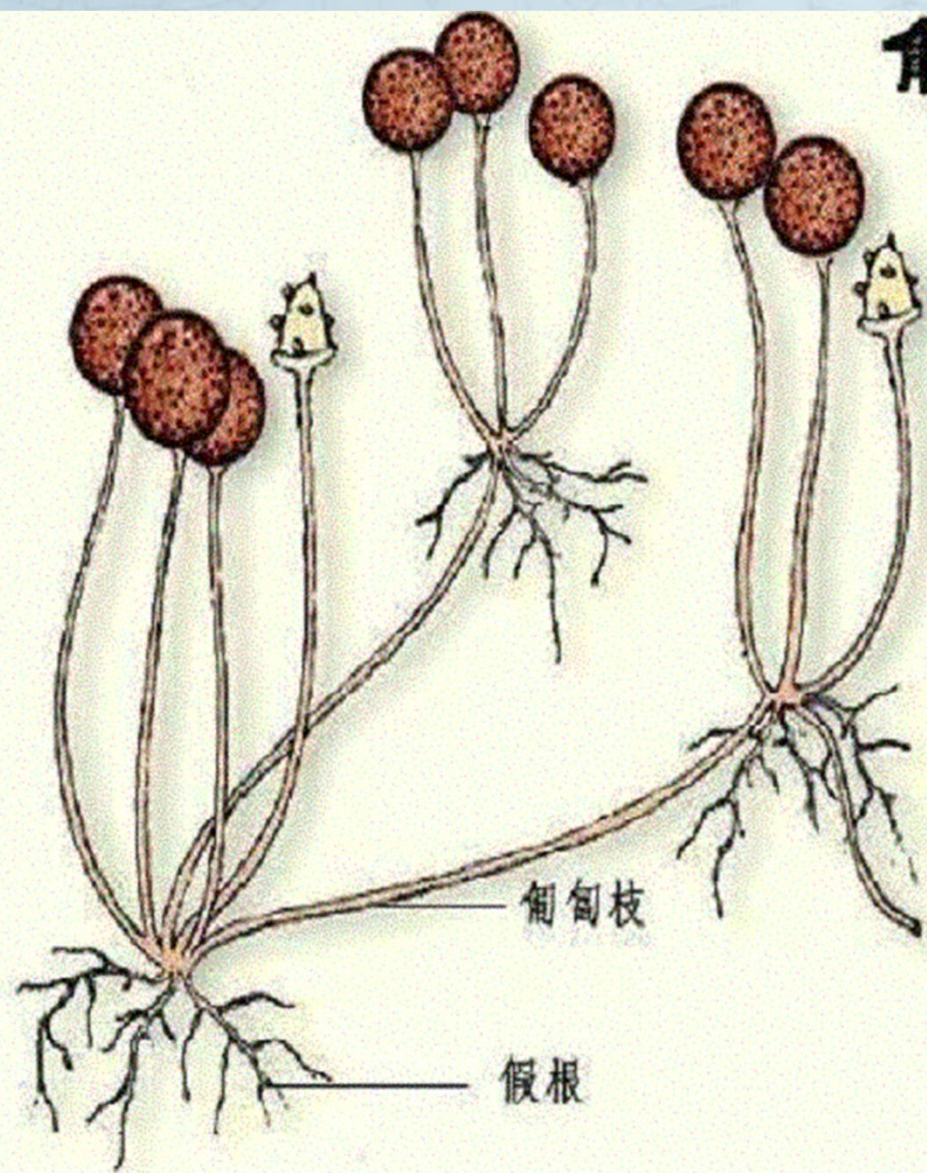


毛霉属

Image Courtesy of Sandra Arduin
Michigan Dept. of Community Health
Copyright © 2006 Doctorfungus.org

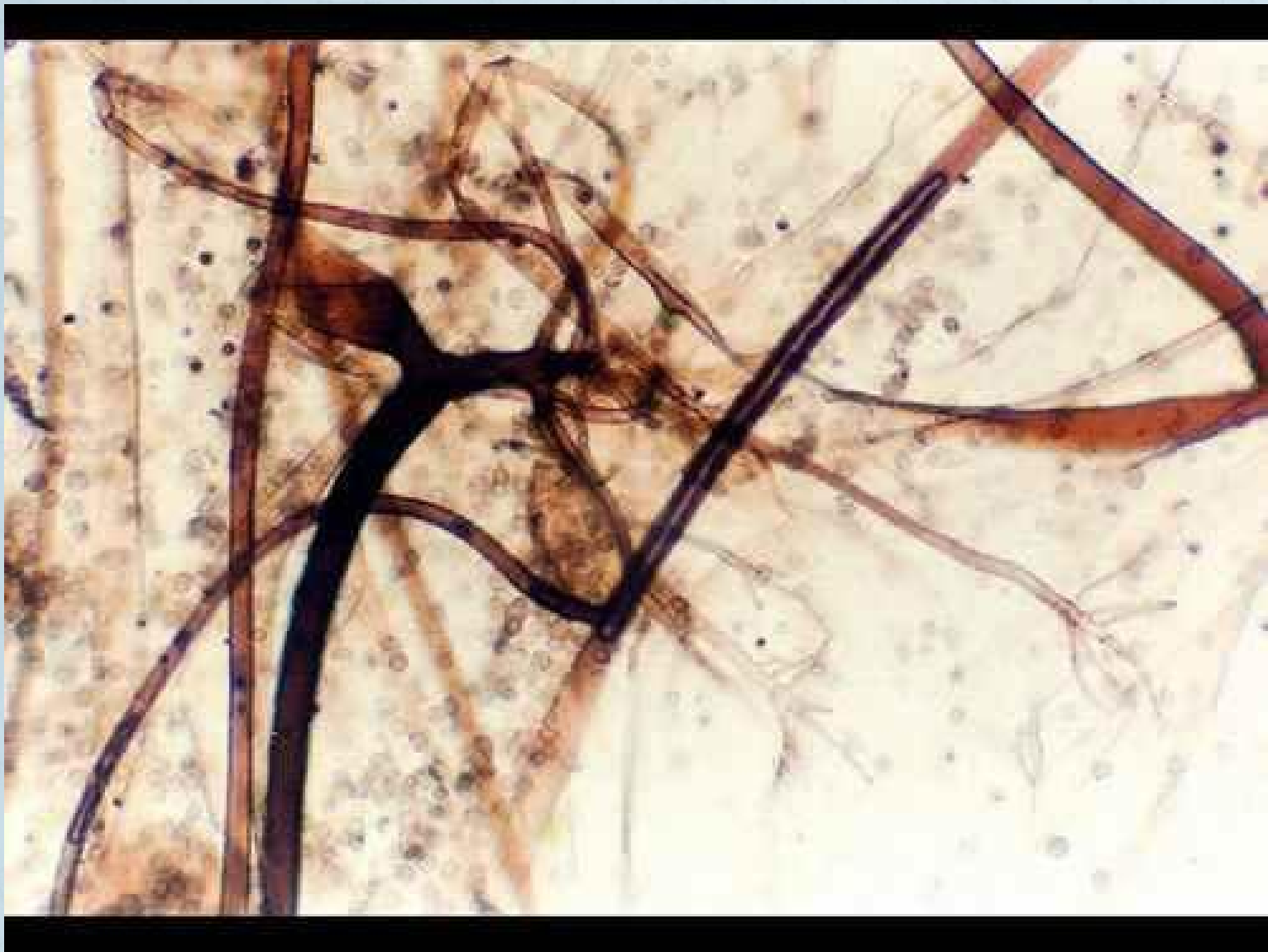


匍匐枝和假根

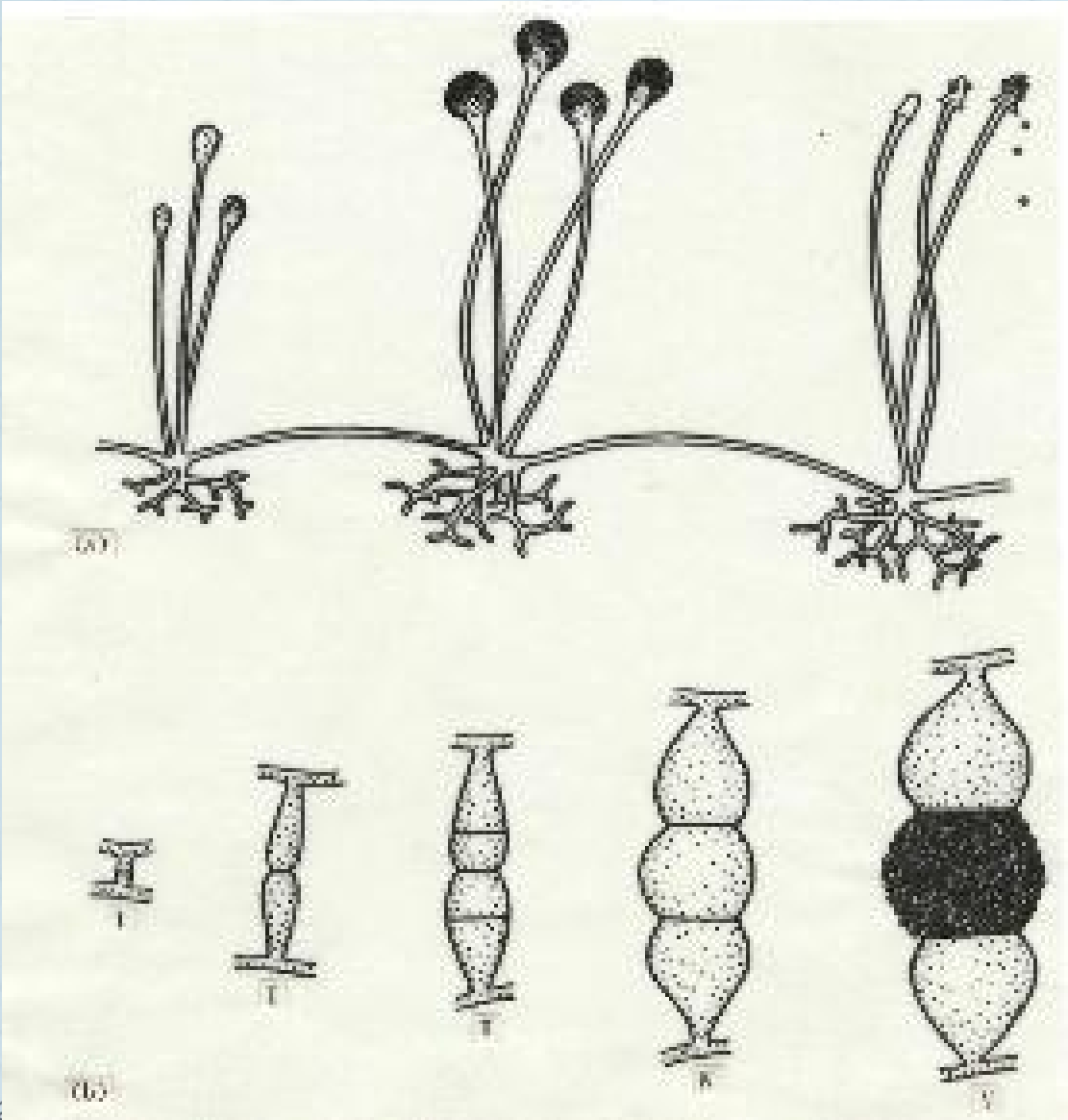


毛霉目中的毛霉和根霉其营养菌丝形成具有延伸功能的匍匐菌丝称为匍匐枝。

根霉属中的霉菌，在其匍匐菌丝与基质接触处分化出的根状结构称为假根。



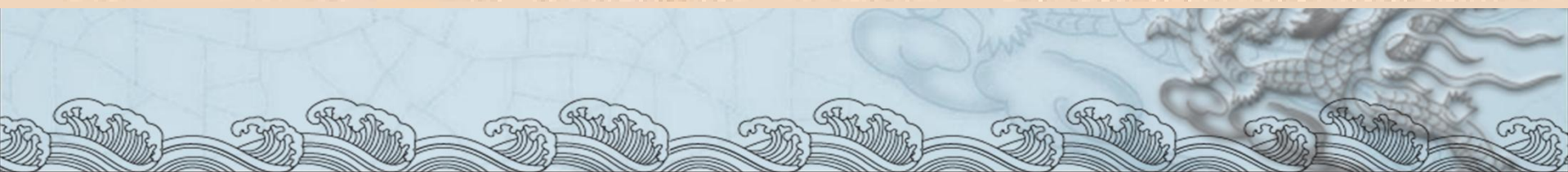
根霉的孢子囊梗从假根上生长



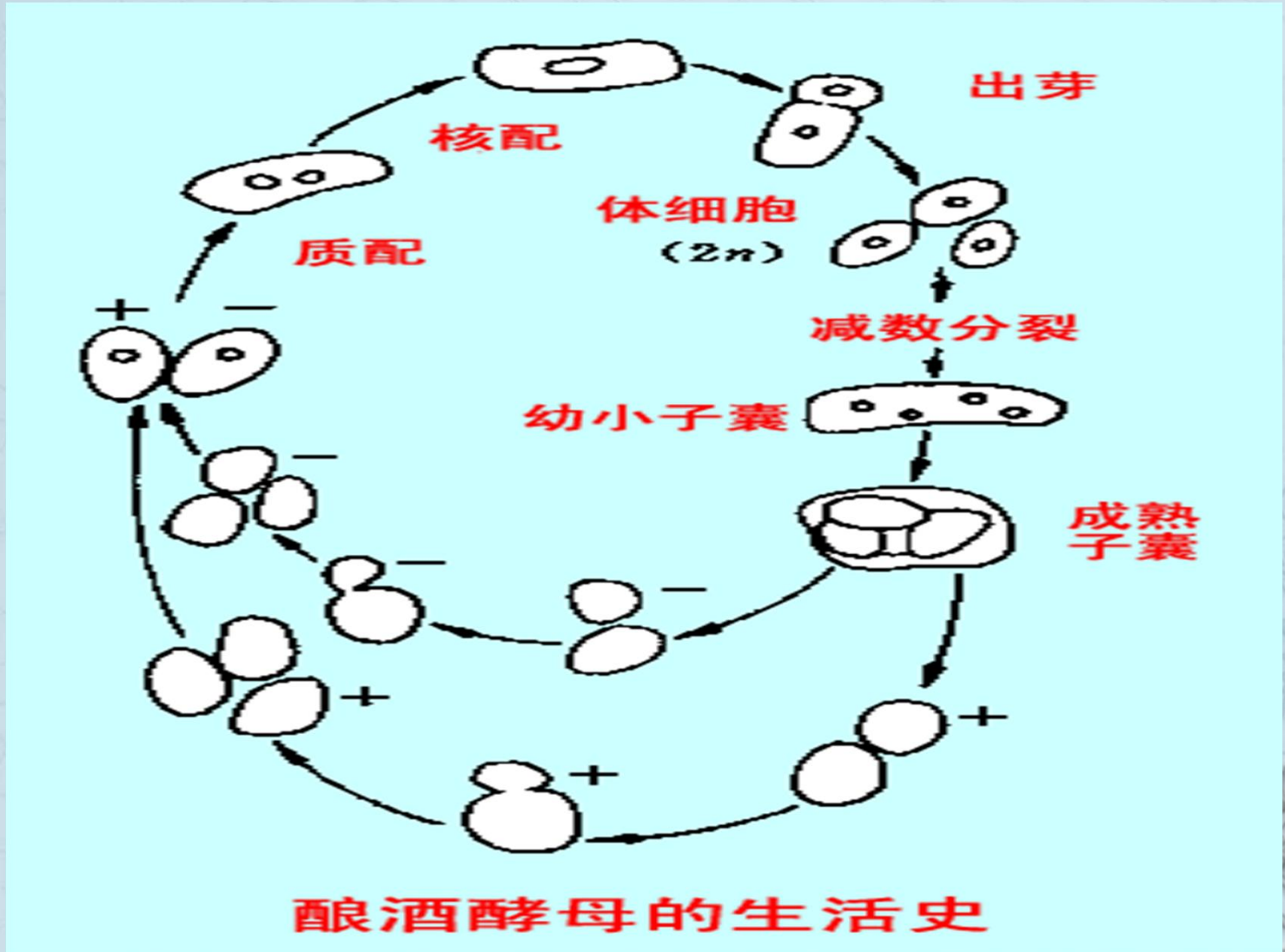
三、子囊菌亚门

- ◆ 子囊菌亚门的真菌除酵母菌外，营养体都是有隔菌丝。无性繁殖产生分生孢子，有性生殖产生子囊孢子。
- ◆ 代表属：酵母菌（酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)等），脉孢霉属(*Neurospora*) [俗称链孢霉、红色面包霉]，赤霉属(*Gibberella*)，虫草属(*Cordyceps*)等等。

真菌的子囊果及子囊子实层



子囊菌亚门-酵母菌





子囊菌—竹黄



子囊菌—小羊肚菌



子囊菌—细柄马鞍菌



子囊菌 - 蛹虫草

「冬虫夏草」



四季野山珍

自然分布在海拔3000-5000m之间的高山草甸和高山灌丛带，寄生虫草蝙蝠蛾的虫体上。每年5-7月份出现。冬虫夏草几乎集中分布于青藏高原。为名贵中药材，性温、味甘、后稍辛、补精益髓、保肺、益肾、止血化痢、止癆咳。可食用。



冬虫夏草(*C.sinensis*)

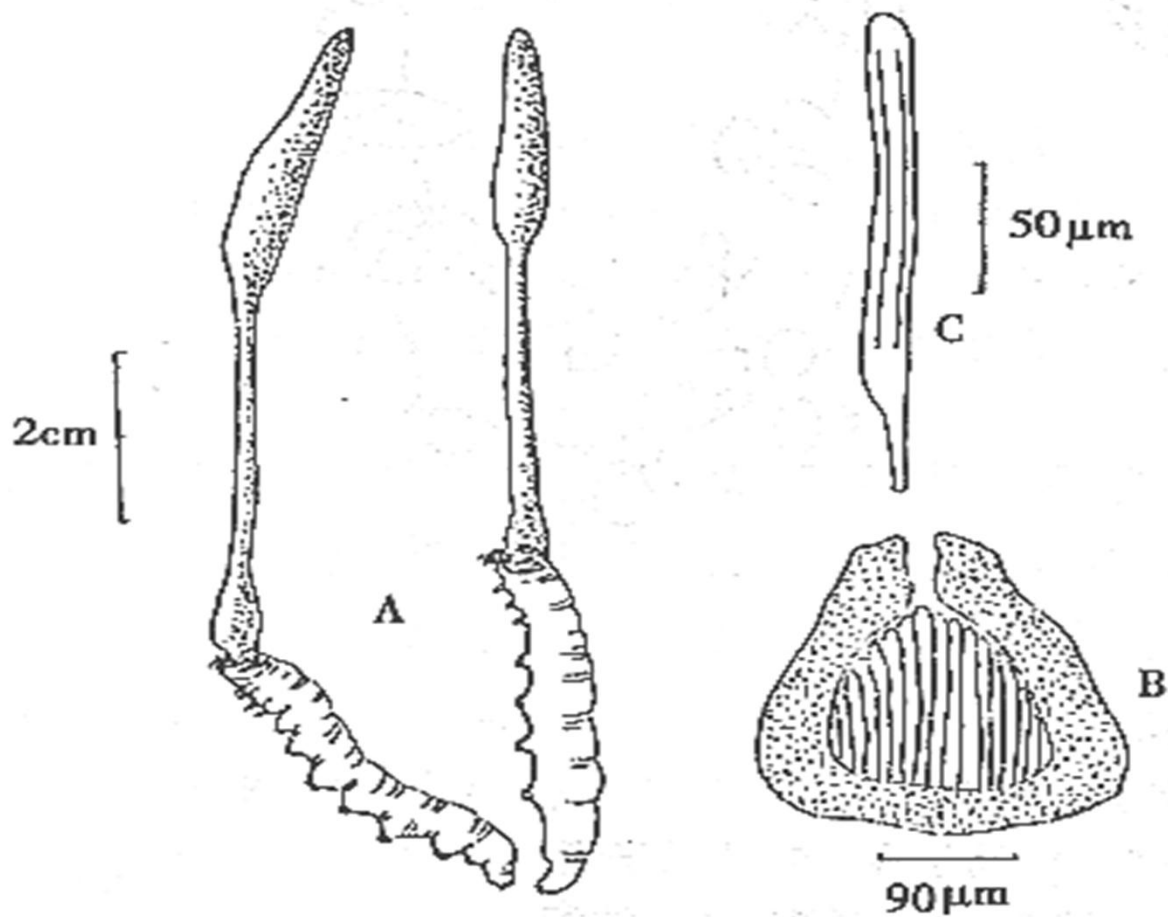
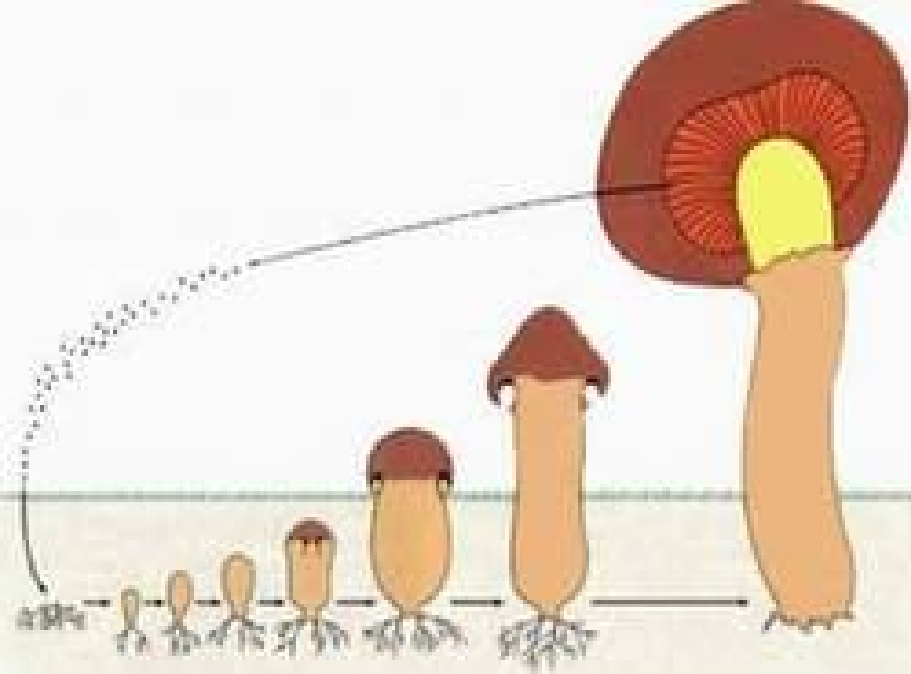


图 6-19 冬虫夏草
A. 菌核及子座 B. 子囊壳 (内含子囊)
C. 子囊 (内含子囊孢子)
(刘波《中国药用真菌》, 1978)

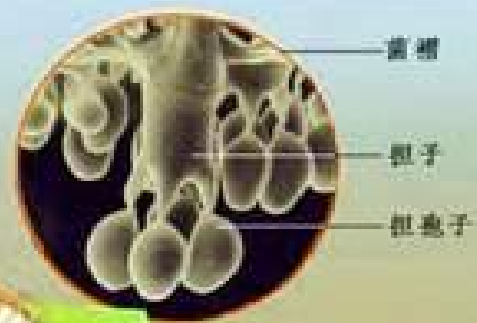
四、担子菌亚门

- ◆ 担子菌亚门真菌的营养体为有隔菌丝体，有性生殖产生担子和担孢子。高等的担子菌可以产生大型的子实体，称为担子果，例如蘑菇、木耳、茯苓、灵芝等都是这类真菌的担子果。
- ◆ 代表属：伞菌属(*Agaricus*)，牛肝菌(*Boletus*)，灵芝属(*Ganoderma*)，木耳属(*Auricularia*)等等。



担子

蘑菇类的担子菌产生有性孢子的子实体叫做担子。



蘑菇圈









灰树花 (*Grifola frondosa*)





毒菌 (锈网鹅膏)



担子菌 - 紫红磨菇



毒菌 (角鳞衣鹅膏)



毒菌 (角鳞白伞)





毒伞，又称哈蟆菌、捕蝇菌、毒蝇菌、毒蝇伞，看似美丽的外观，其实毒性很大。中毒后产生剧烈恶心、呕吐、腹痛、腹泻及精神错乱、出汗、发冷、肌肉抽搐、脉搏减慢、呼吸困难或牙关紧闭，头晕眼花，神志不清等症。

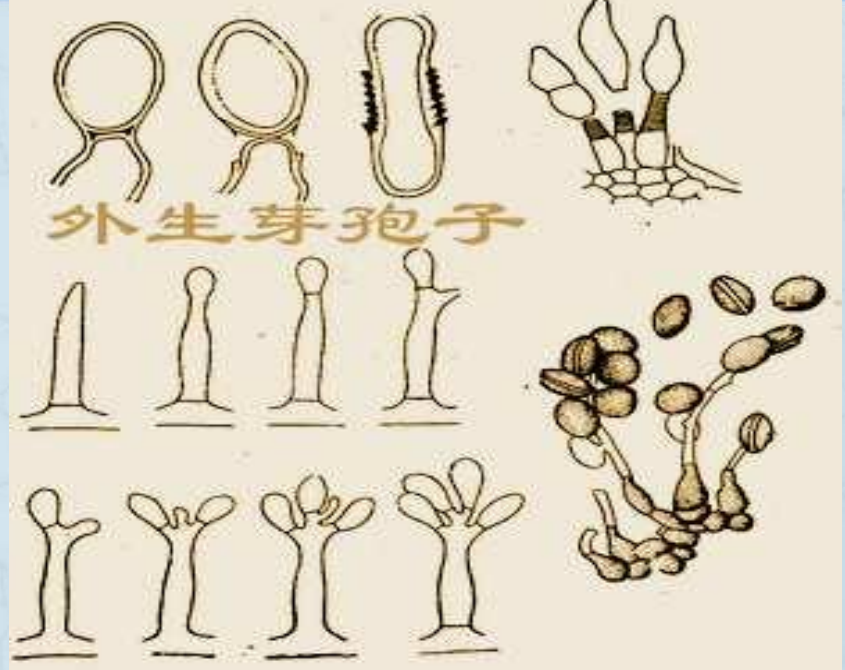


菌网柄粉牛肝菌 *Pulveroboletus retipes* (Berk. & Curt.) Sihg



五、半知菌亚门

- ◆ 半知菌亚门真菌是指那些在生活史中没有发现或根本就没有性阶段的真菌。
- ◆ 半知菌的营养体是发达的有隔菌丝体，无性繁殖产生分生孢子，分生孢子着生在分生孢子梗上，分生孢子梗单生或丛生，有的聚生在分生孢子盘上或分生孢子器内。有些种类的半知菌不产生分生孢子。
- ◆ 代表属：曲霉属(*Aspergillus*)、青霉属(*Penicillium*)、木霉属(*Trichoderma*)、头孢霉属(*Cephalosporium* Corda)、镰刀菌属(*Fusarium*)、轮枝菌属(*Verticillium*)、交链孢霉属(*Alternaria*)、丝核菌属(*Rhizoctonia*) 等等。

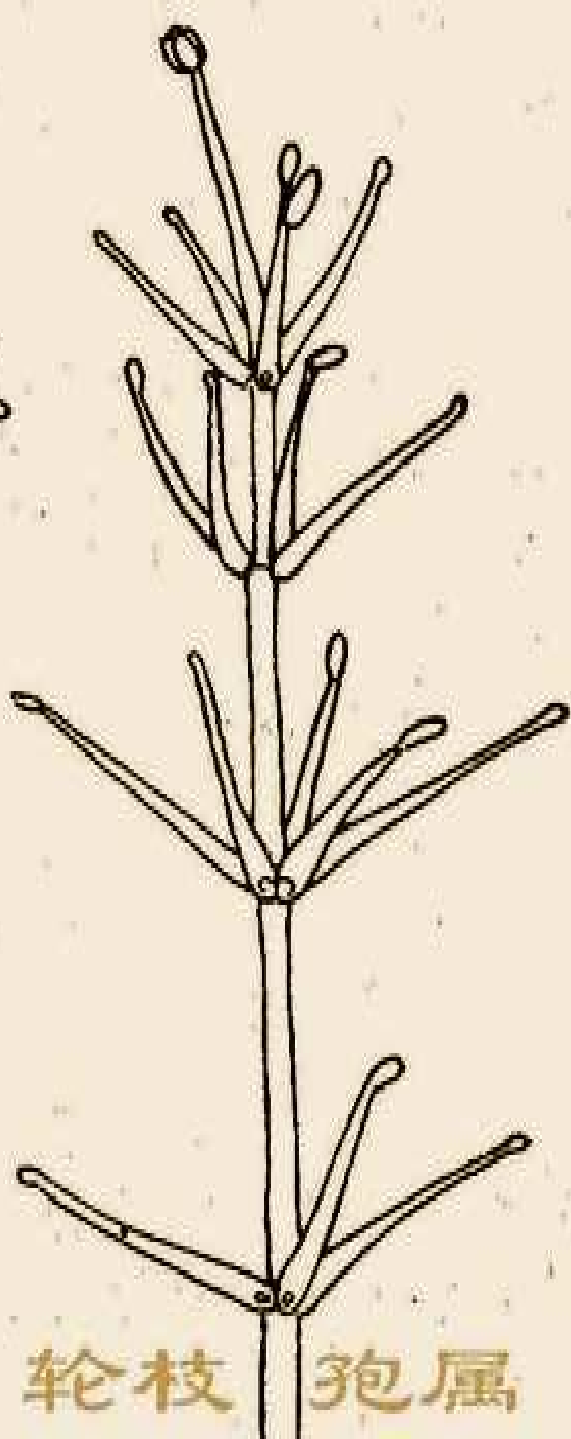




镰刀菌属



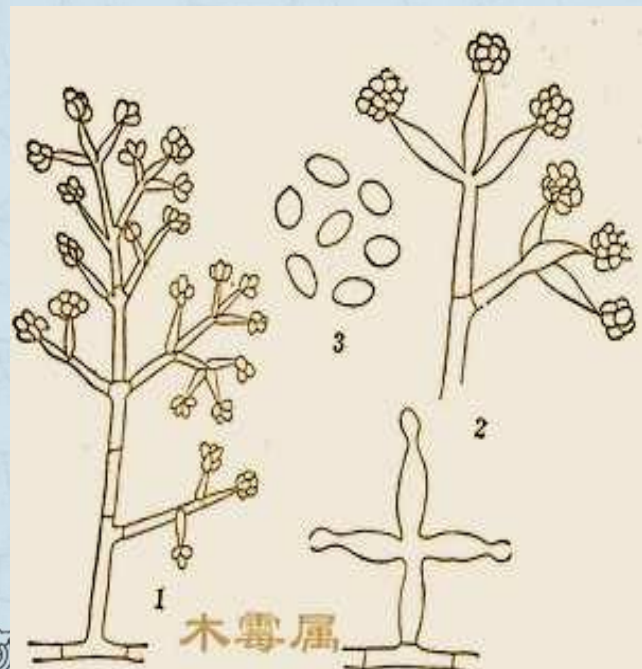
点青霉的菌落



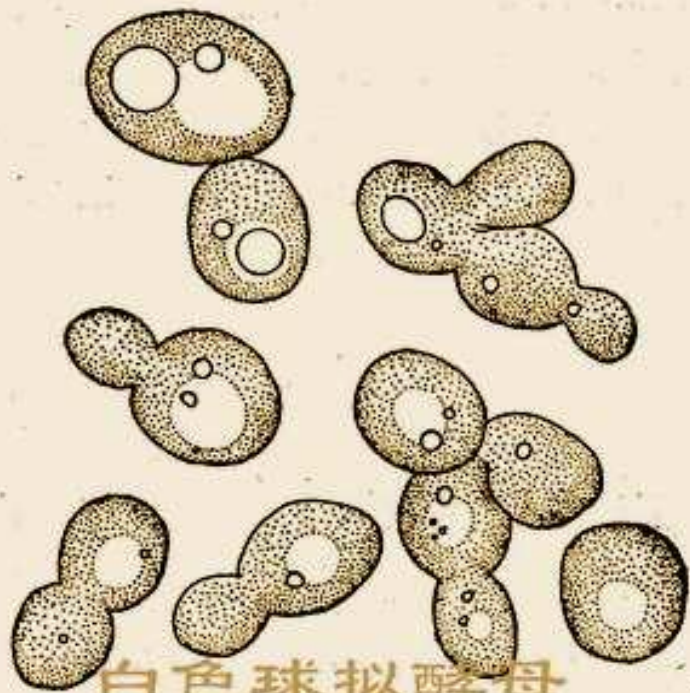
轮枝孢属



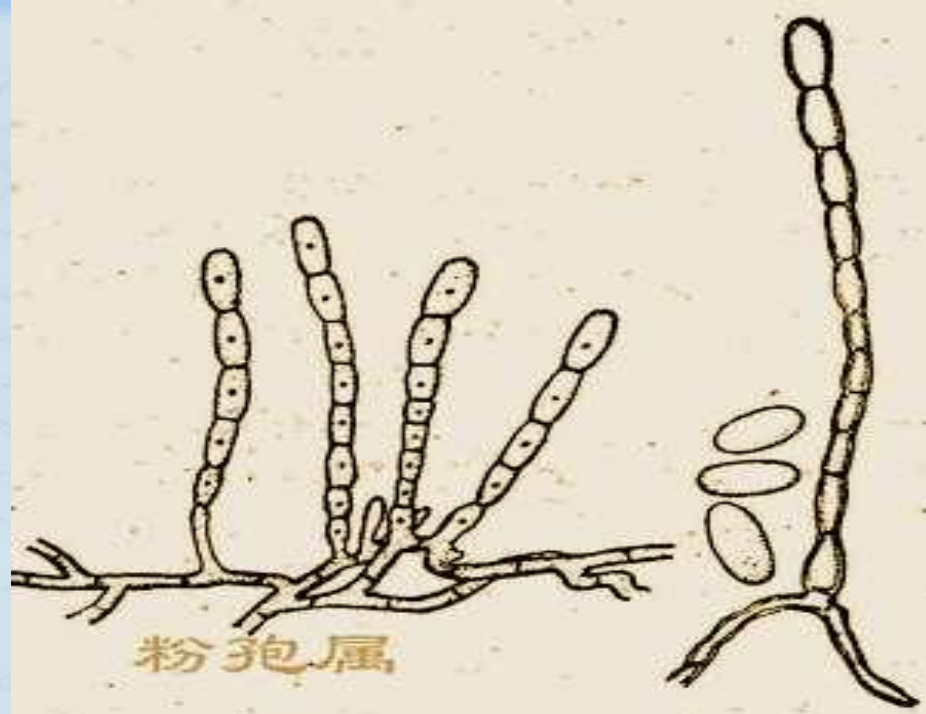
丝核菌属



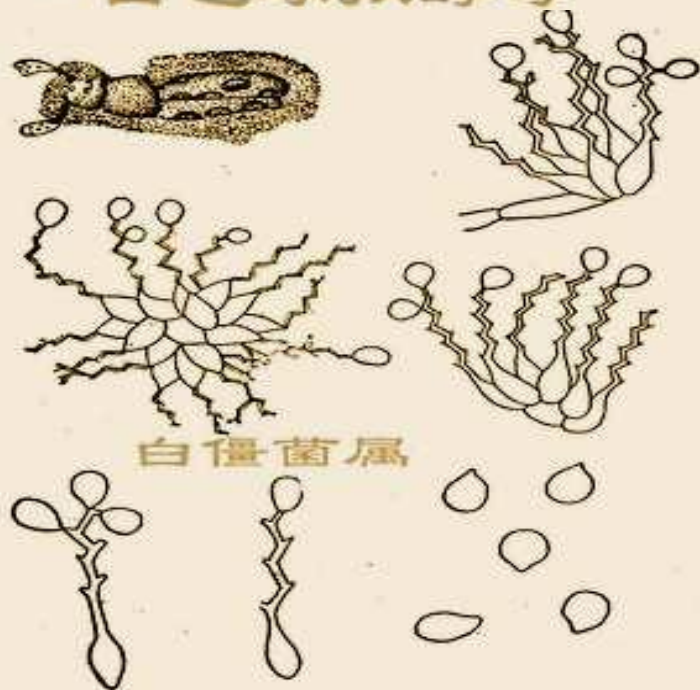
木霉属



白色球拟酵母



粉孢属

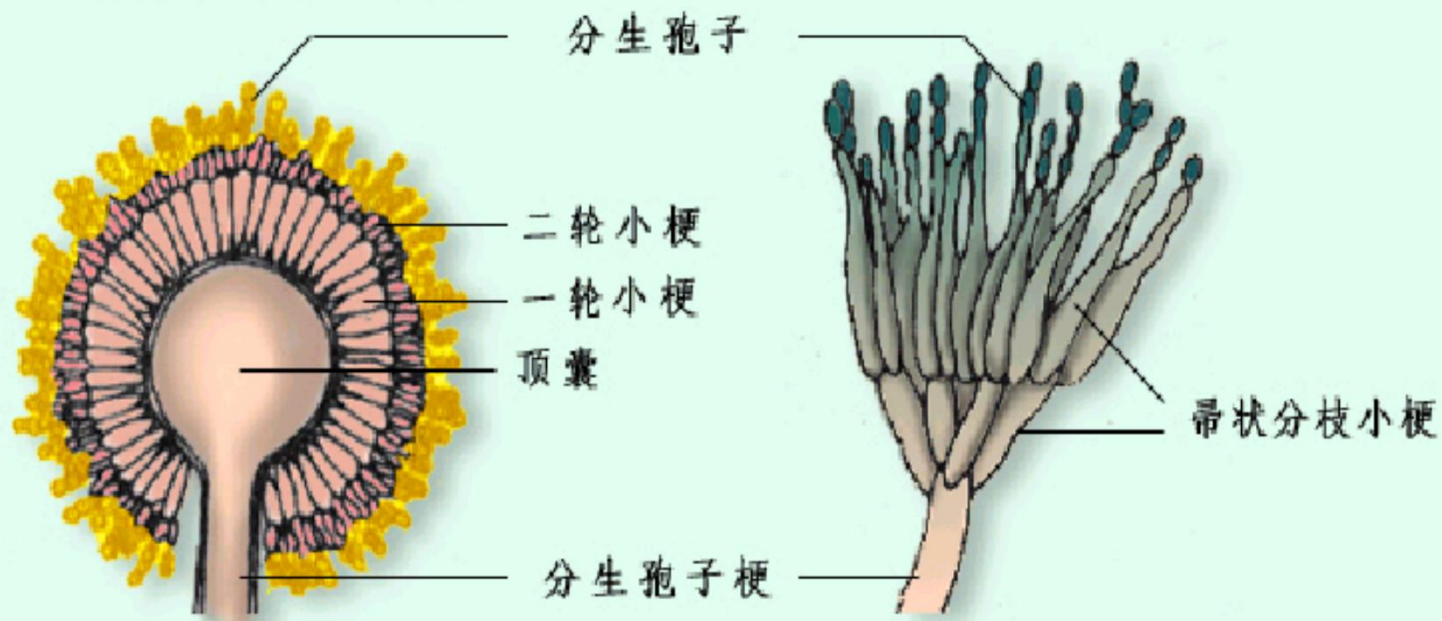


白僵菌属



产朊假丝酵母

分生孢子头



曲霉的分生孢子头

青霉的分生孢子头

思考题：

1. 霉菌与酵母菌的形态构造及菌落特征？
2. 真菌的有性孢子和无性孢子？
3. 真核细胞与原核细胞结构的异同？