



微生物学

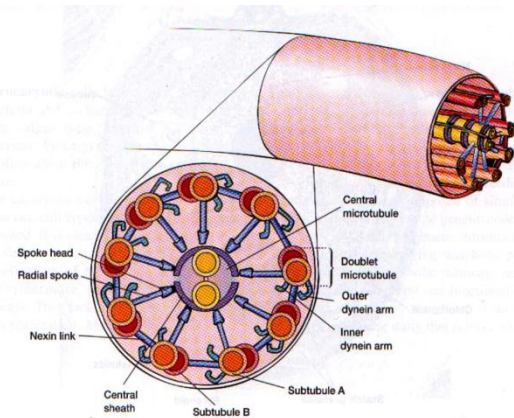
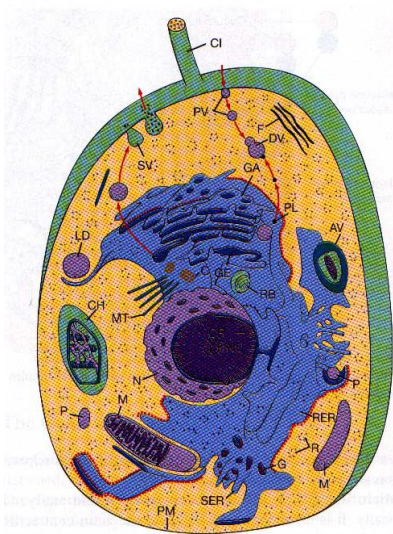
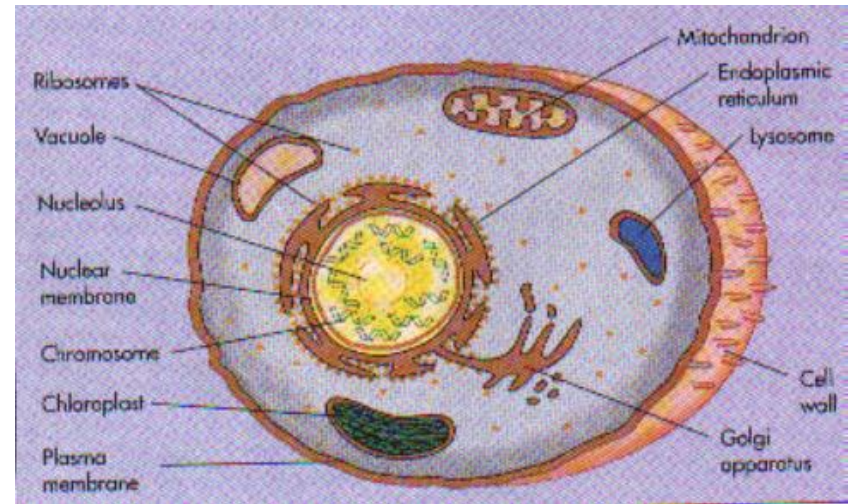
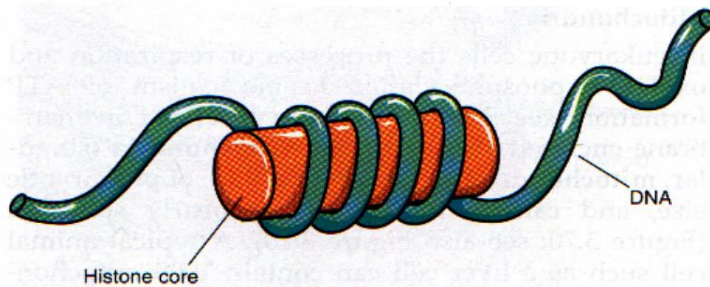


Diagram of Cilia and Flagella Structure. Two doublets have been removed for sake of visibility.





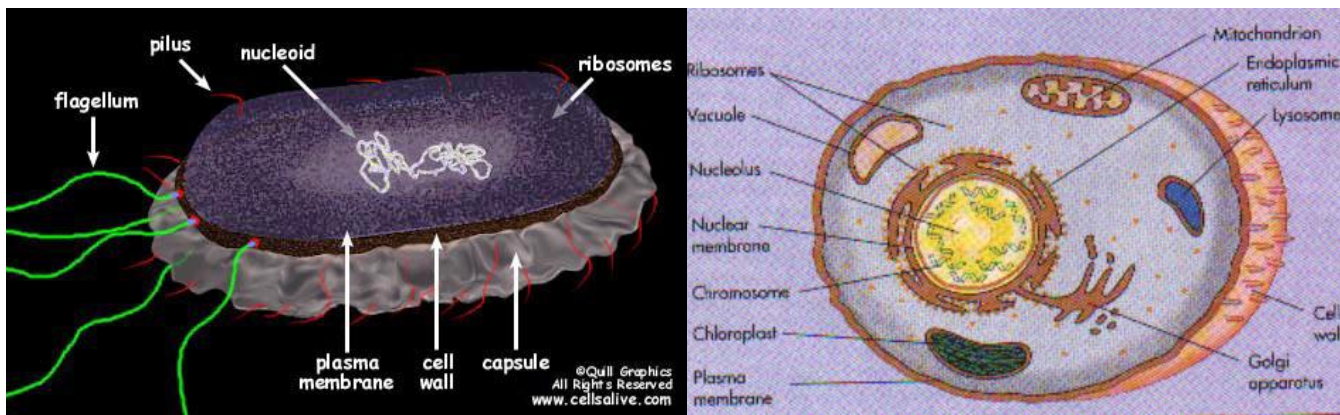
本章主要内容

- 第一节 真核微生物概述
- 第二节 酵母菌
- 第三节 丝状真菌——霉菌
- 第四节 产大型子实体的真菌——蕈菌



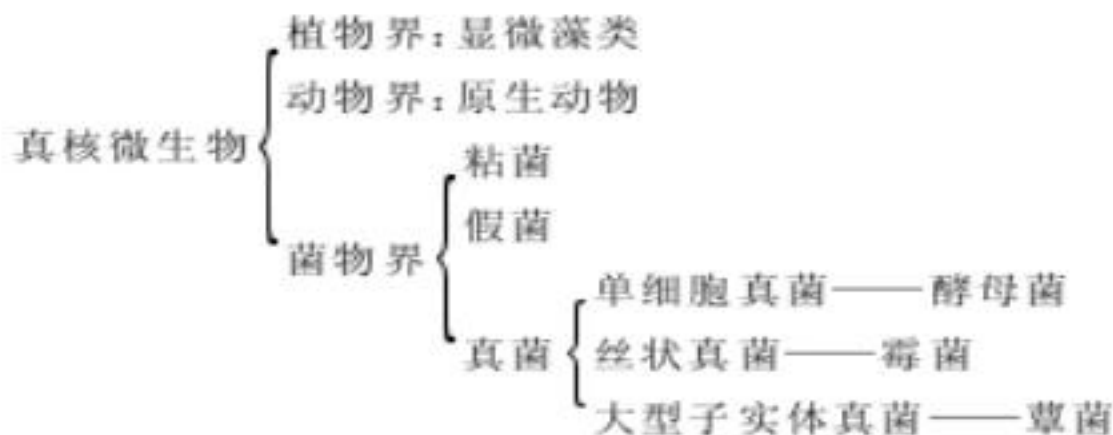
第一节 真核微生物概述

- 一、真核生物与原核生物的比较
- 二、真核微生物的主要类群
- 三、真核微生物的细胞构造





二、真核微生物的主要类群



- **真菌**是最重要的真核微生物，故是本章的重点，它们的特点是：
 - 无叶绿素，不能进行光合作用；
 - 一般具有发达的菌丝体；
 - 细胞壁多数含几丁质；
 - 营养方式为异养吸收型；
 - 以产生大量无性和（或）有性孢子的方式进行繁殖；
 - 陆生性较强。



三、真核微生物的细胞构造

(一) 细胞壁

1. 真菌的细胞壁

真菌细胞壁的主要成分是多糖，另有少量的蛋白质和脂类。低等真菌的细胞壁成分以纤维素为主，酵母菌以葡聚糖为主，而高等陆生真菌则以几丁质为主。

2. 藻类的细胞壁

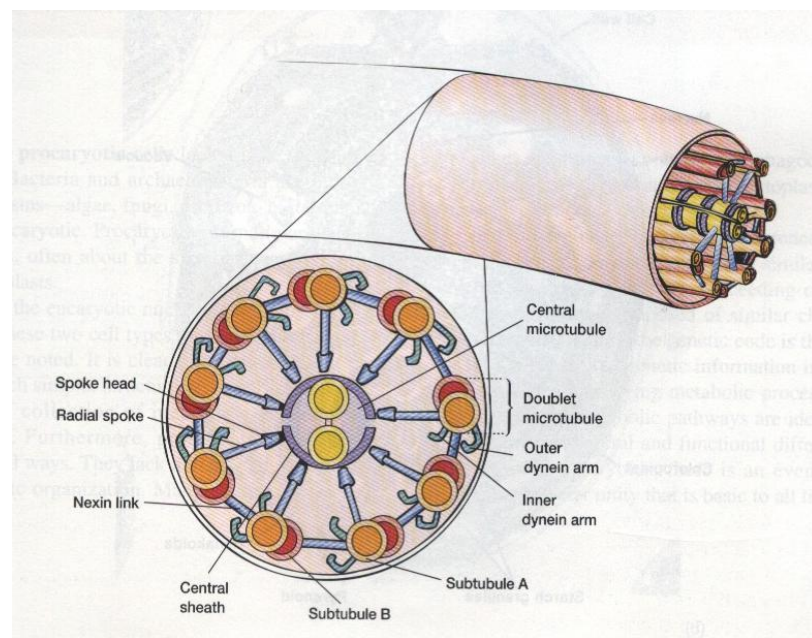
其结构骨架多由纤维素组成，以微纤丝的方式层状排列，含量占干重的 50%~80%，其余部分为间质多糖所占。间质多糖主要是杂多糖，其成分随种类而异，如褐藻酸、岩藻素或琼脂等。



三、真核微生物的细胞构造

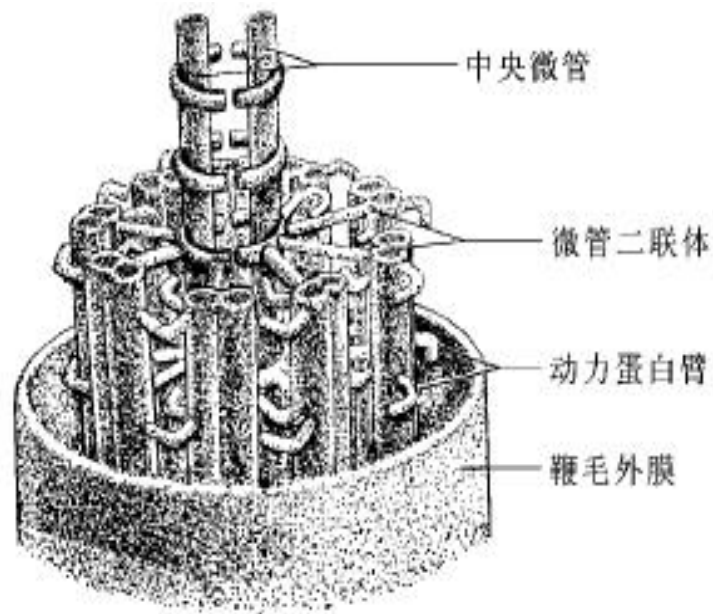
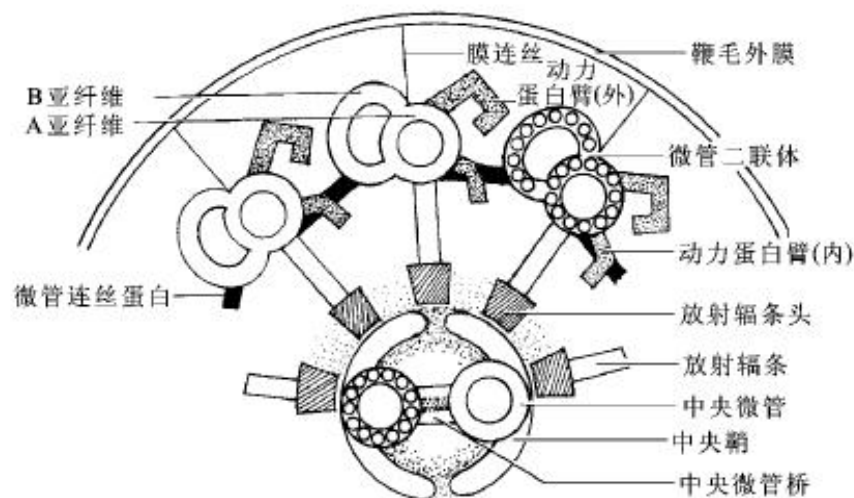
(二) 鞭毛与纤毛

鞭毛与纤毛的构造基本相同，都由伸出细胞外的**鞭杆**（**shaft**）、嵌埋在细胞质膜上的**基体**以及把这两者相连的**过渡区**共**3**部分组成。





(二) 鞭毛与纤毛





(三) 细胞质膜

表 2-3 真核生物与原核生物细胞质膜的差别

项 目	原 核 生 物	真 核 生 物
甾醇	无(支原体例外)	有(胆固醇、麦角甾醇等)
磷脂种类	磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺等	磷脂酰胆碱和磷脂酰乙醇胺等
脂肪酸种类	直链或分枝、饱和或不饱和脂肪酸;每一磷脂分子常含饱和与不饱和脂肪酸各一	高等真菌:含偶数碳原子的饱和或不饱和脂肪酸 低等真菌:含奇数碳原子的不饱和脂肪酸
糖脂	无	有(具有细胞间识别受体功能)
电子传递链	有	无
基团转移运输	有	无
胞吞作用*	无	有

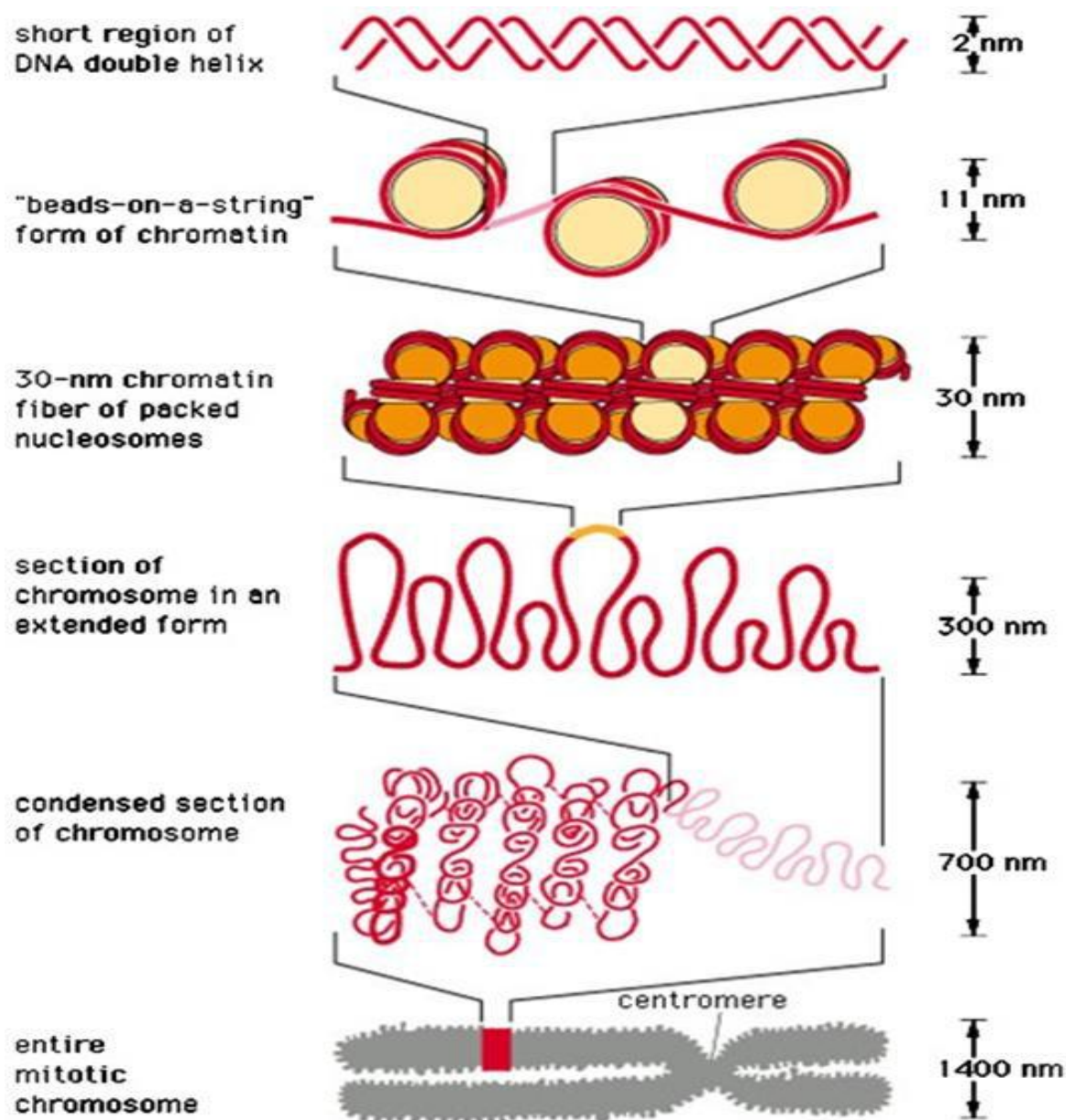
* endocytosis, 包括吞噬作用(phagocytosis)和胞饮作用(pinocytosis)。



（四）细胞核

- **细胞核**（**nucleus**）是细胞遗传信息（**DNA**）的贮存、复制和转录的主要部位。
一切真核细胞都有外形固定（呈球状或椭圆体状）、有核膜包裹的细胞核。每个细胞一般只含一个细胞核，有的有两或多个。
- 真核生物的细胞核由核被膜、染色质、核仁和核基质等构成。在真菌的细胞核中，染色体的形状较小。

真核染色体的结构模型





（五）细胞质和细胞器

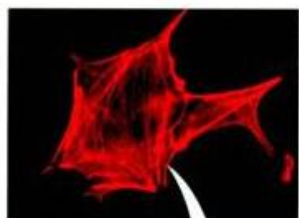
- 位于细胞质膜和细胞核间的透明、粘稠、不断流动并充满各种细胞器的溶胶，称为**细胞质**（**cytoplasm**）。
 - ✓ 1. 细胞基质和细胞骨架
 - ✓ 2. 内质网和核糖体
 - ✓ 3. 高尔基体（**Golgiapparatus, Golgibody**）
 - ✓ 4. 溶酶体（**lysosome**）
 - ✓ 5. 微体（**microbody**）



1.细胞基质和细胞骨架

- 在真核细胞中，除细胞器以外的胶状溶液，称为细胞基质，内含赋予细胞以一定机械强度的细胞骨架和丰富的酶等蛋白质、各种内含物以及中间代谢物等。

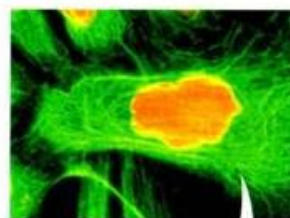
- 细胞骨架：**微管**、**微丝**（肌动蛋白丝）和**中间丝**等3种蛋白质纤维构成的细胞支架。



肌动蛋白亚基



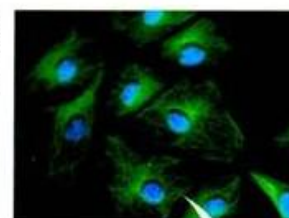
A. 微丝



纤维亚基



B. 中间纤维



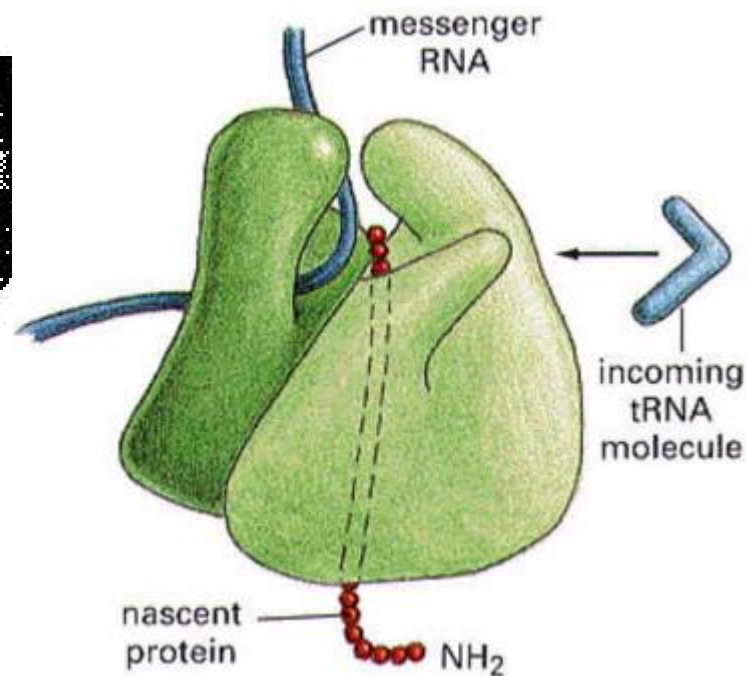
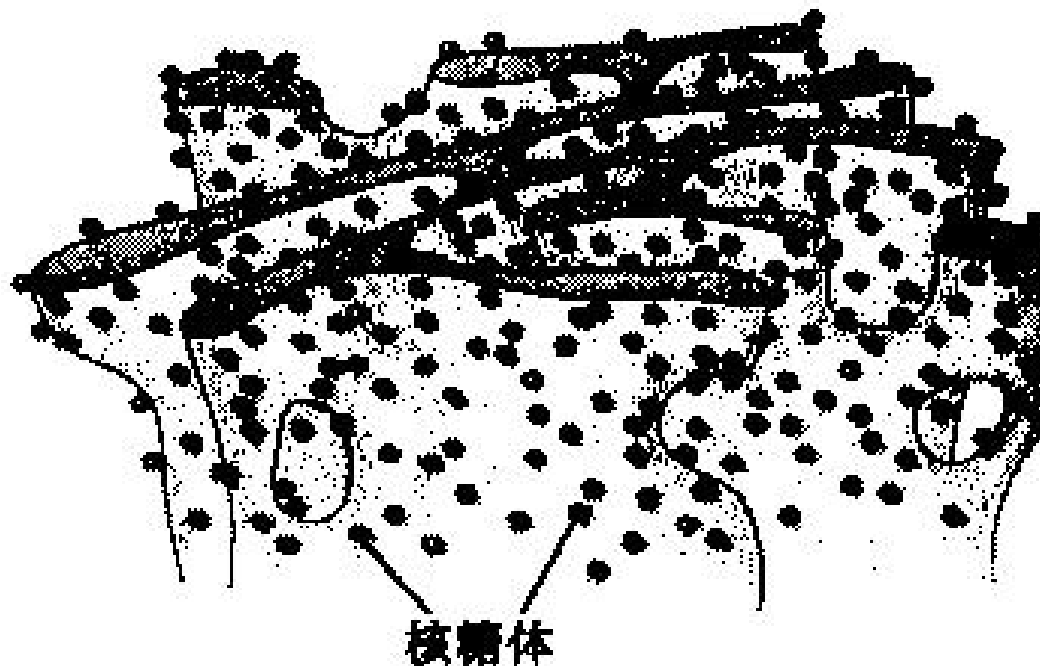
微管蛋白亚基



C. 微管



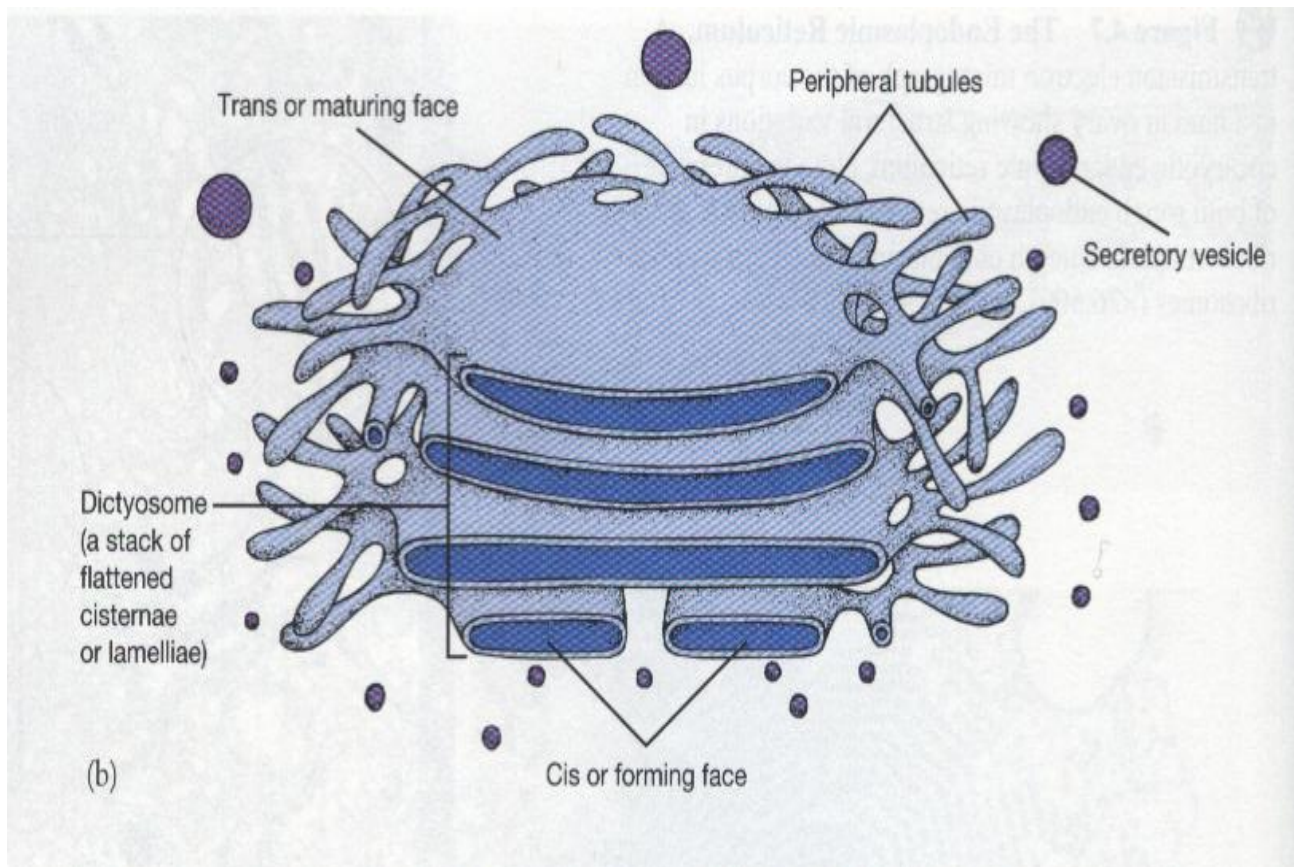
2. 真核细胞的**内质网** (endoplasmic reticulum, ER) 和**核糖体** (ribosome):

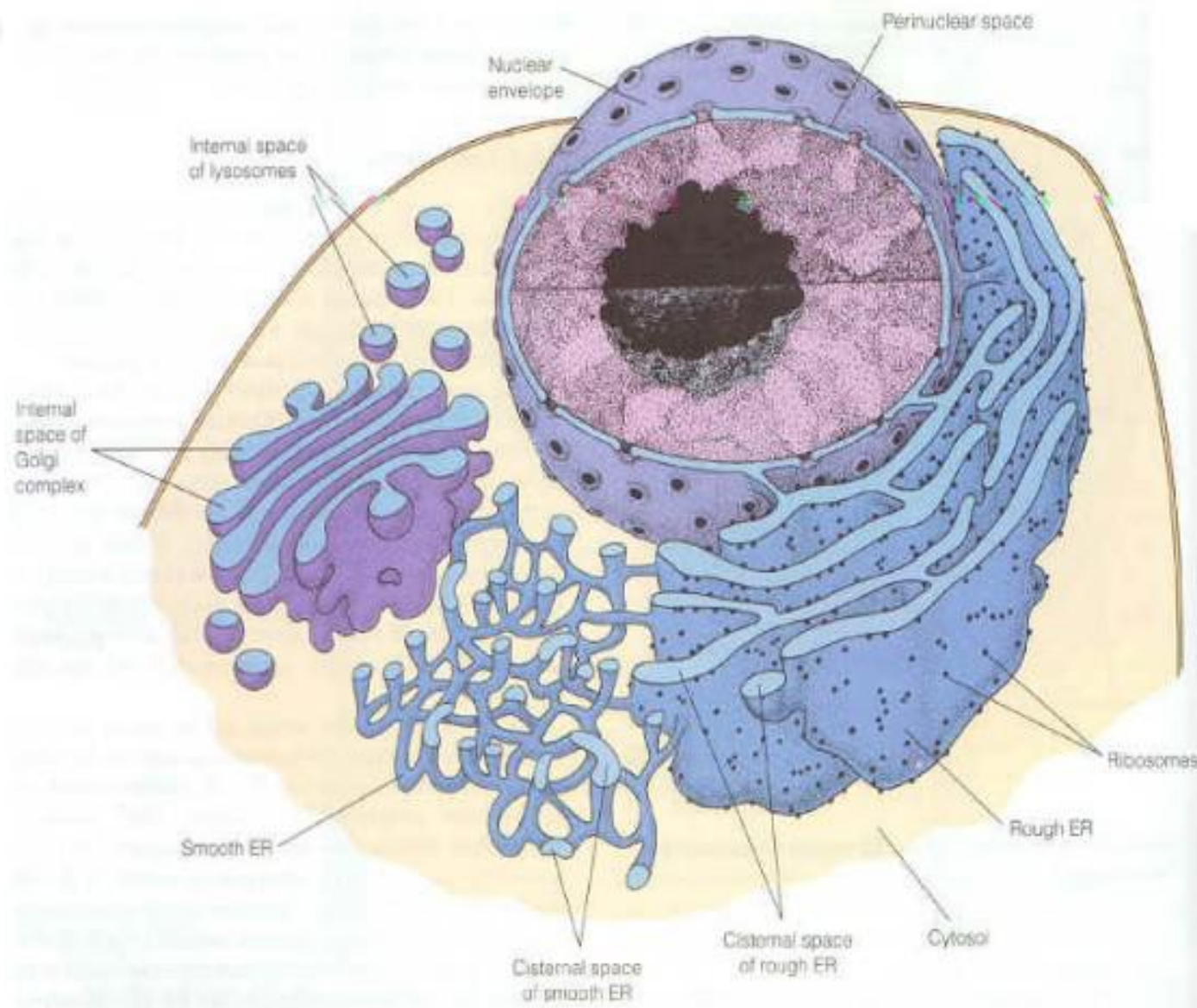




3.高尔基体

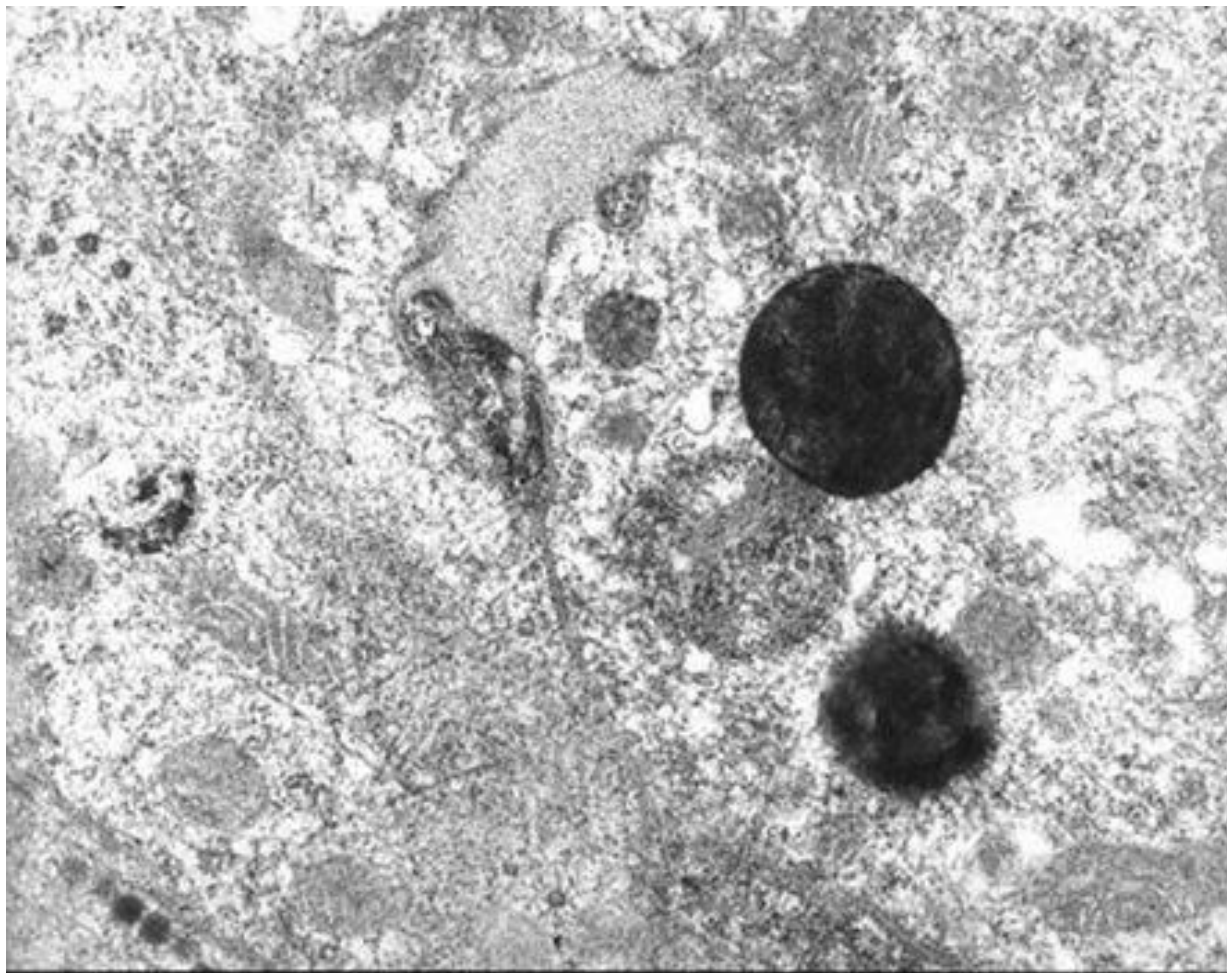
(Golgi apparatus, Golgi body)







4.溶酶体





6.线粒体 (mitochondria)

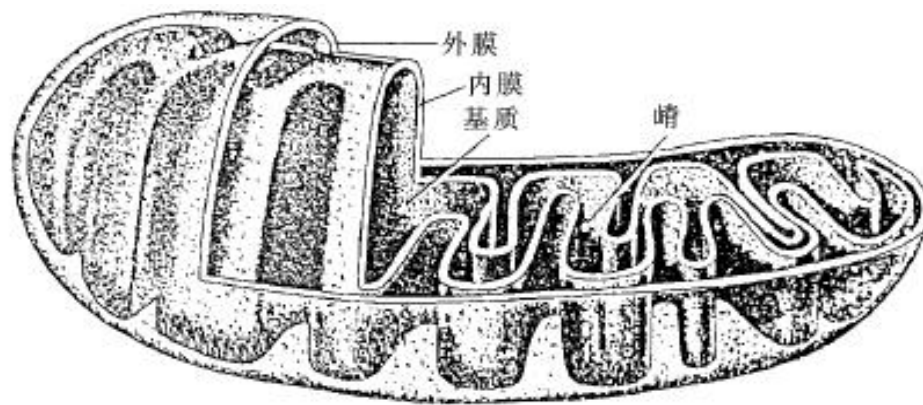
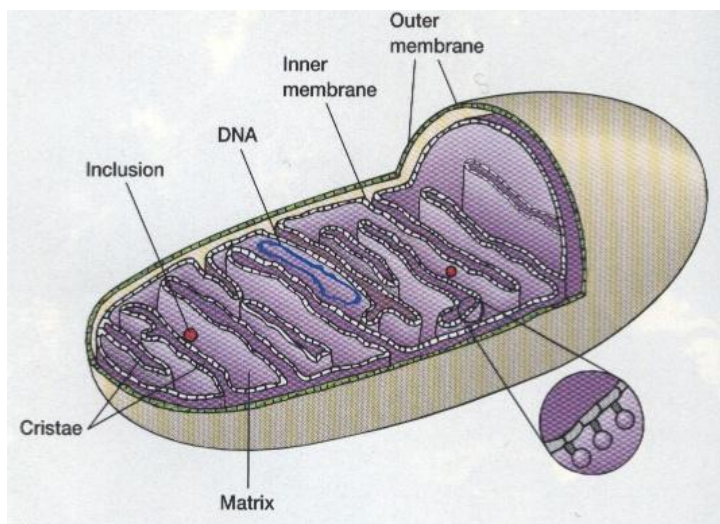


图 2-3 线粒体构造的模式图

基粒 (F1颗粒)：ATP复合酶。 $10^4 \sim 10^5$ 个/线粒体。由头、柄和嵌入内膜的3部分组成。





7.叶绿体 (chloroplast)

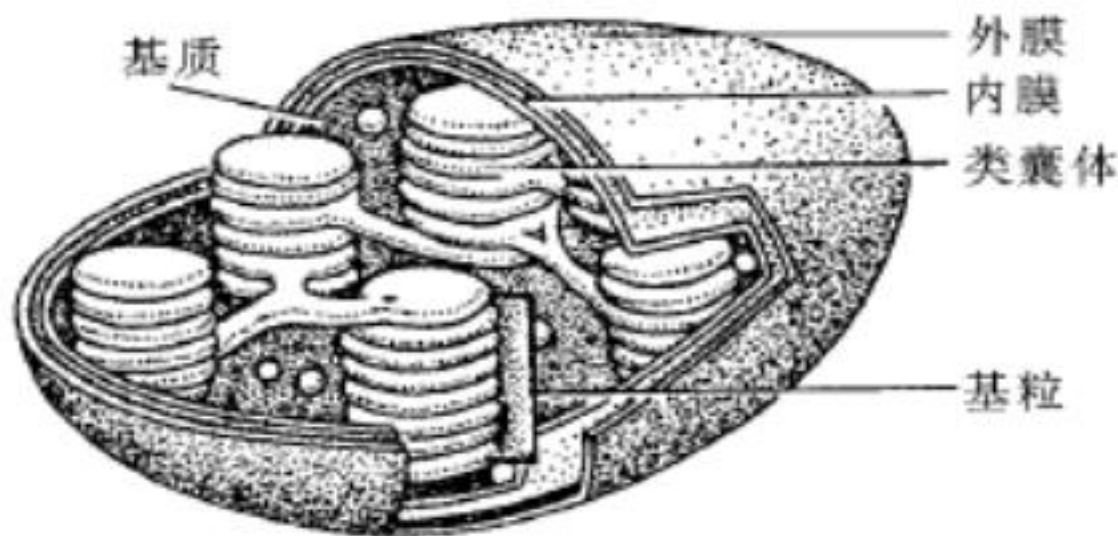
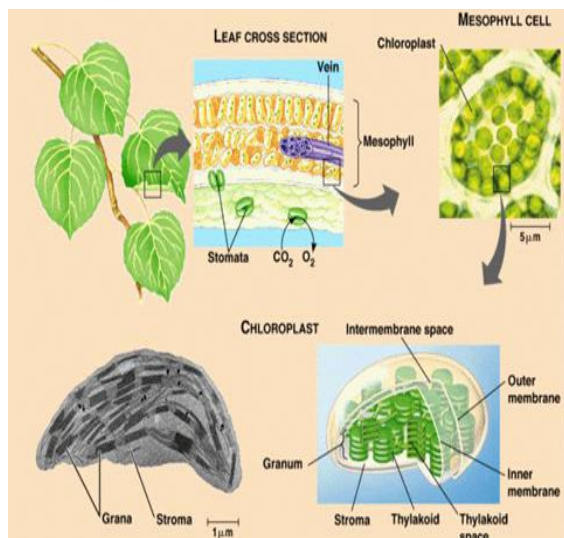
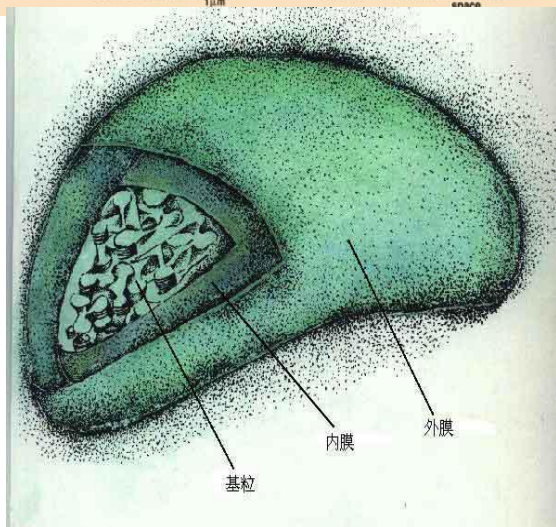


图 2-4 叶绿体构造的模式图





(五) 细胞质和细胞器

8.液泡 (**vacuole**)

9.膜边体 (**lomasome**)

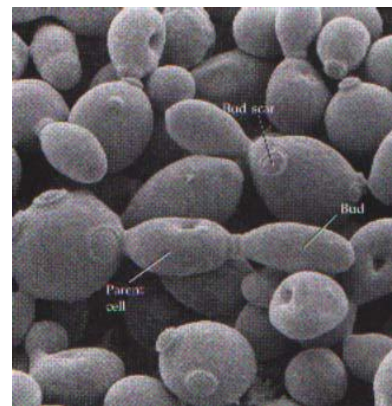
10.几丁质酶体 (**chitosome**)

11.氢化酶体 (**hydrogenosome**)





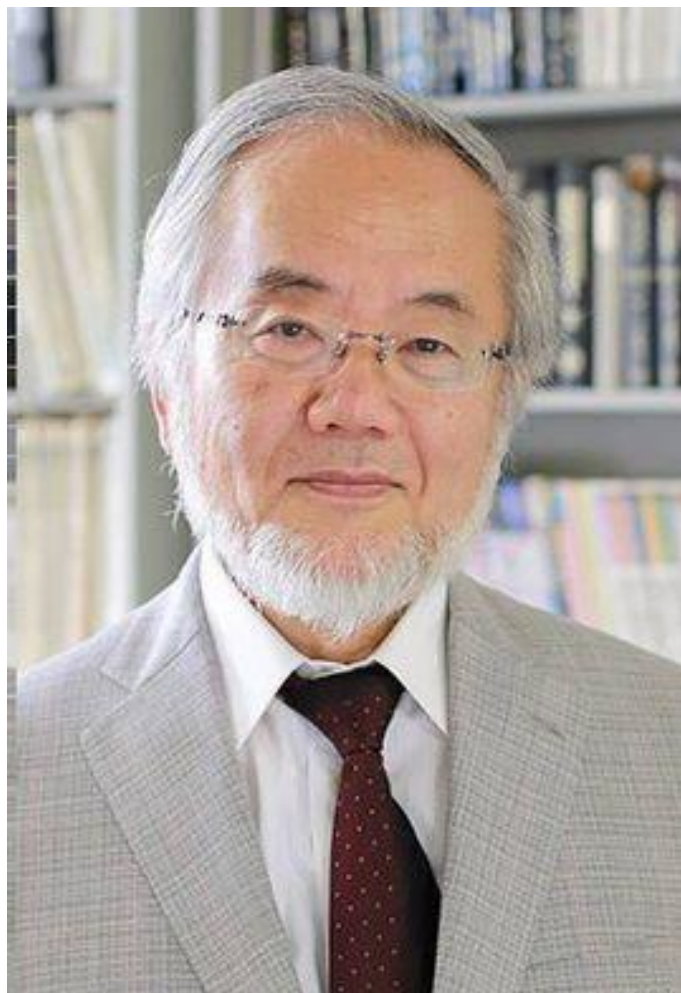
第二节 酵母菌



- **酵母菌**（**yeast**）是一个通俗名称，一般泛指能**发酵糖类**的各种**单细胞真菌**。

由于不同的酵母菌在进化和分类地位上的异源性，因此很难对酵母菌下一个确切的定义，通常认为，酵母菌具有以下**5个特点**：

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



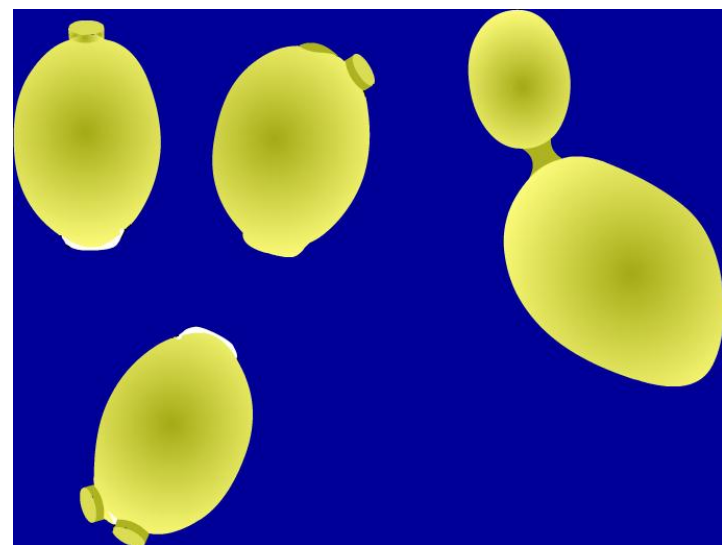
大隅良典 2016年度诺贝尔生理学或医学奖





第二节 酵母菌

- 一、分布及与人类的关系
- 二、细胞的形态和构造
- 三、酵母菌的繁殖方式和
生活史
- 四、酵母菌的菌落





一、分布及与人类的关系

- 在自然界酵母菌分布很广，主要生长在偏酸的含糖环境中，在水果、蜜饯的表面和果园土壤中最为常见。由于不少酵母菌可以利用烃类物质，故在油田和炼油厂附近的土层中也可找到这类可利用石油的酵母菌。
- 酵母菌约有 500 多种（1982 年），与人类关系密切。可认为它是人类的“第一种家养微生物”。





二、细胞的形态和构造

- 酵母菌的细胞直径约为细菌的 **10倍**，是典型的真核微生物。
- 细胞形态通常有球状、卵圆状、椭圆状、柱状和香肠状等。
 - 最典型和重要的酵母菌是 ***Saccharomyces cerevisiae***（酿酒酵母）。

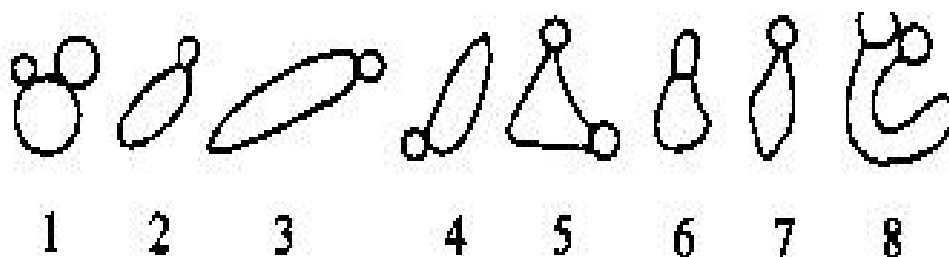


图 1-35 酵母菌的各种形状

1—球形 2—卵圆形 3—长形 4—尖顶形
5—三角形 6—长颈瓶形 7—柠檬形 8—弯曲形



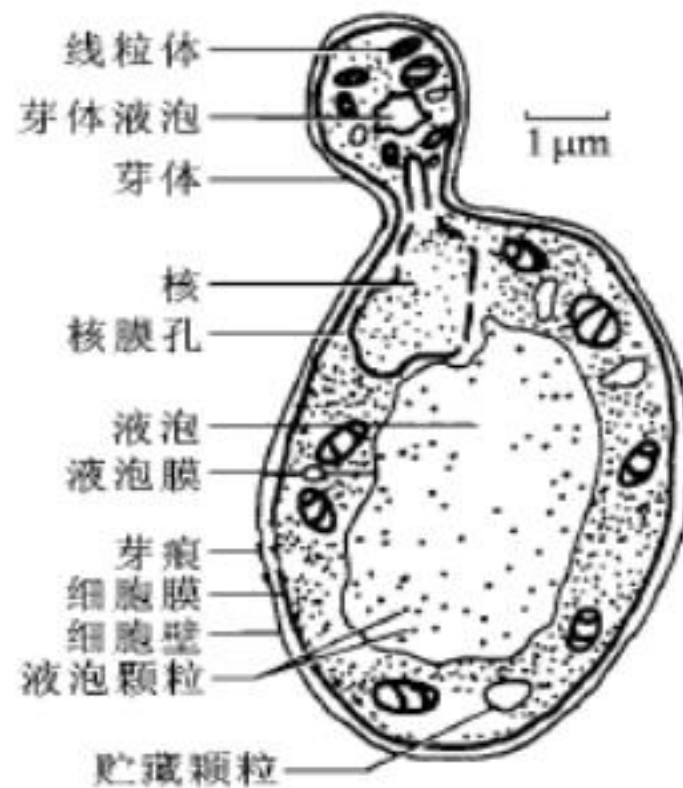
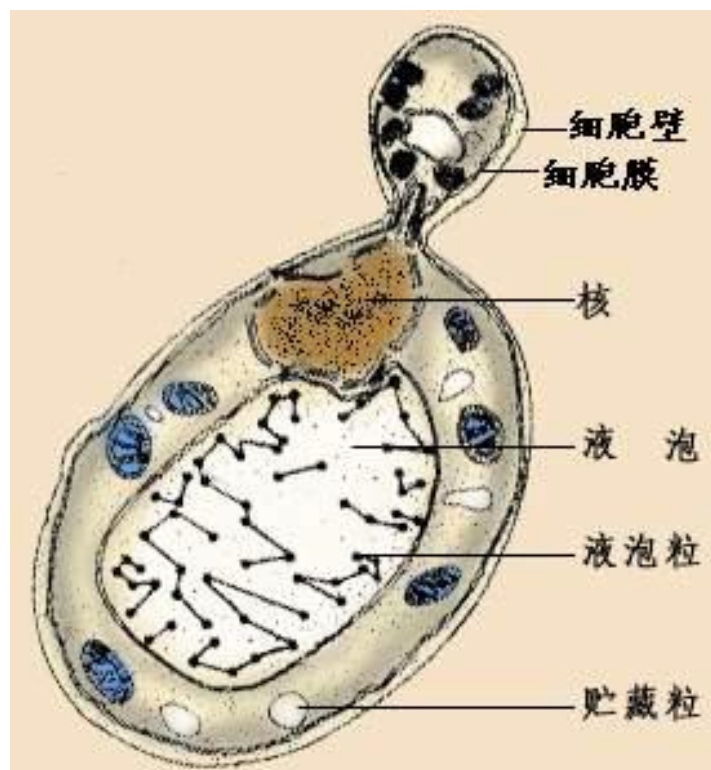


图 2-5 酵母菌细胞构造的模式图



二、细胞的形态和构造

(一) 细胞壁

- 细胞壁厚约 25 nm，重量达细胞干重的 25%，主要成分为“**酵母纤维素**”，它呈三明治状。
 - **葡聚糖**是赋予细胞壁以机械强度的主要成分。
 - 在芽痕周围还有少量**几丁质**成分。
- 酵母菌的细胞壁可用由 **Helix pomatia** (**玛瑙螺**) 胃液制成的**蜗牛消化酶**水解，从而形成**酵母原生质体**；此外，这一酶还可用于水解酵母菌的子囊壁，以释放其中的子囊孢子。

甘露聚糖——蛋白质复合物

糖蛋白

碱可溶性 β -葡聚糖

碱不溶性葡聚糖 (微网状)

构成细胞壁刚性骨架，维持细胞结构

(外层)

(中层)

(内层)



图 1-39 啤酒酵母细胞壁的化学结构

1—磷酸甘露聚糖 2—甘露聚糖

3—蛋白质 4—葡聚糖 5—细胞膜

图 2.4.4 酵母菌细胞壁的化学组成





二、细胞的形态和构造

(二) 细胞膜

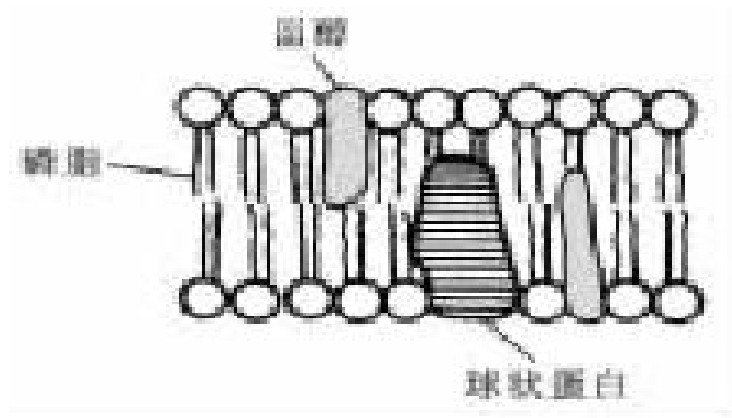
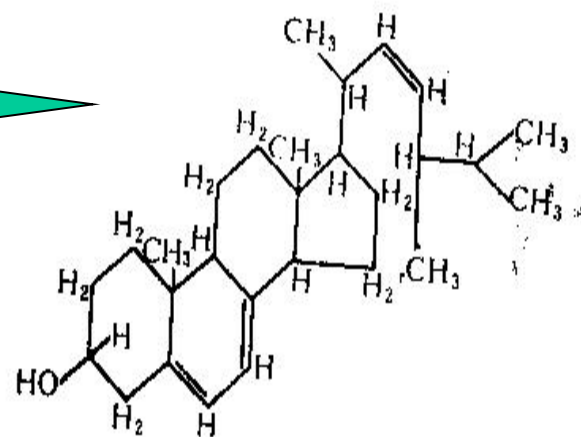
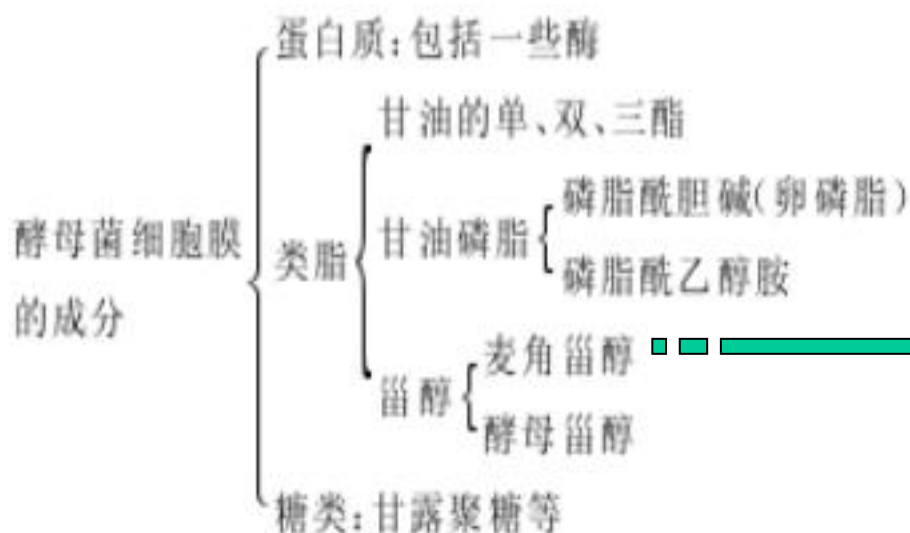


图 2-6 酵母菌细胞膜的 3 层结构





二、细胞的形态和构造

(三) 细胞核

酵母菌具有由多孔核膜包裹起来的定形细胞核。

(四) 其他构造

- 在成熟的酵母菌细胞中，有一个大形的液泡。
- 在有氧条件下，细胞内会形成许多杆状或球状的线粒体。若生长在缺氧条件下，则只能形成无嵴的、没有氧化磷酸化功能的线粒体。
- 此外，在 *Candida albicans* 等少数酵母菌中还存在微体等细胞器。





三、酵母菌的繁殖方式和生活史



- 有人把只进行无性繁殖的酵母菌称为“假酵母”或“拟酵母” (pseudo-yeast)，而把具有有性生殖的酵母菌称为“真酵母” (euyeast)。





三、酵母菌的繁殖方式和生活史

(一) 无性繁殖

- 1. **芽殖** (budding)：是酵母菌最常见的一种繁殖方式。
。 **假菌丝** (pseudohyphae)， **真菌丝** (euhyphae)，
芽体 又称芽孢子 (budding spore)， **芽痕** (bud scar)，
蒂痕 (birth scar)。
- 2. **裂殖** (fission)：少数酵母菌如 *Schizosaccharomyces* (裂殖酵母属) 的种类具有与细菌相似的二分裂繁殖方式。
- 3. **产生无性孢子**：**掷孢子** (ballistospore)， **厚垣孢子** (chlamydospore)。





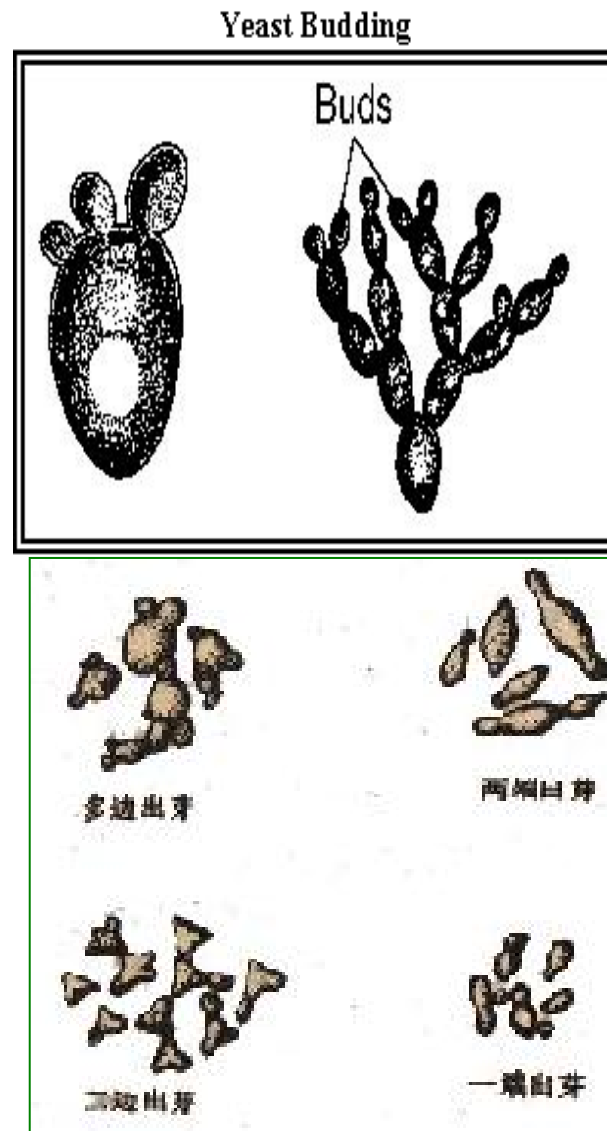
1、芽殖

是yeast无性繁殖的主要方式。
一个酵母能形成的芽数是有限的，
(平均24个)

出芽方式：

多边出芽、两端出芽、三边出芽、
单边出芽。

环境适宜时，可出现假菌丝

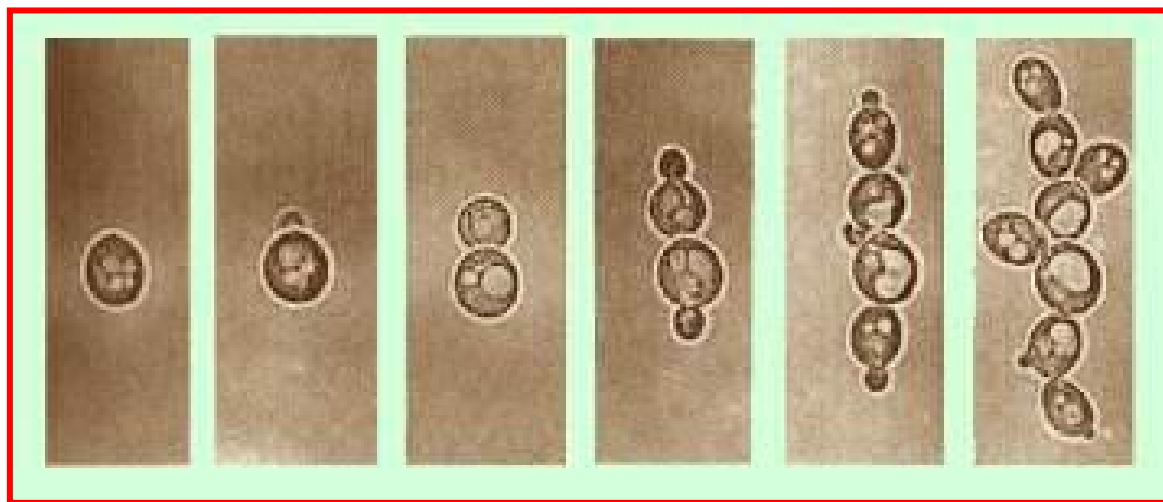




假菌丝

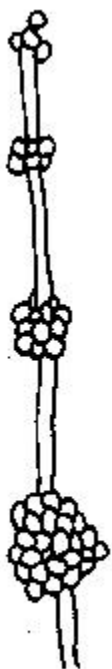
有的酵母菌进行芽殖后，长大的子细胞不与母细胞立即分离，并继续除芽，细胞成串排列，这种菌丝状的细胞串就称为假菌丝。假菌丝的各细胞间仅以狭小的面积相连，呈**藕节状**。

而霉菌的菌丝为真菌丝，即相连细胞间的横隔面积与细胞直径一致，呈**竹节状**的细胞串，称为**真菌丝**。

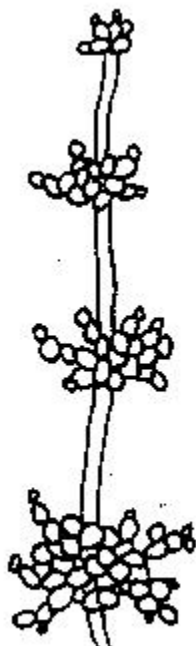


*Saccharomyces cerevisiae*的芽殖过程

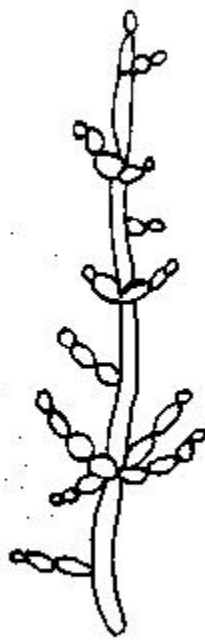




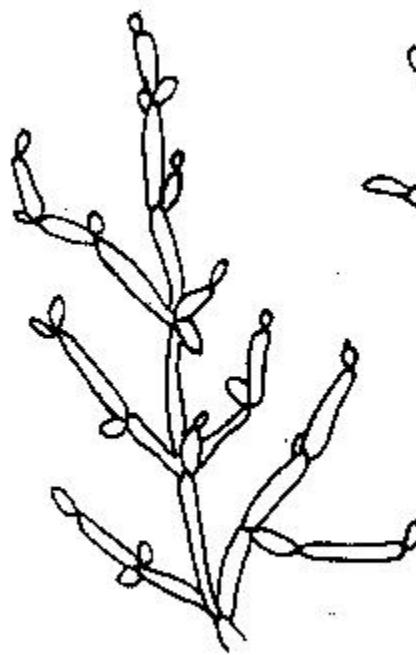
(a)



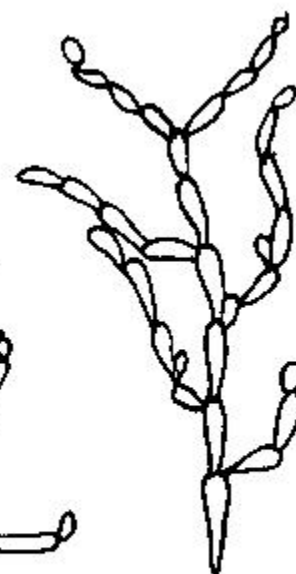
(b)



(c)



(d)



(e)

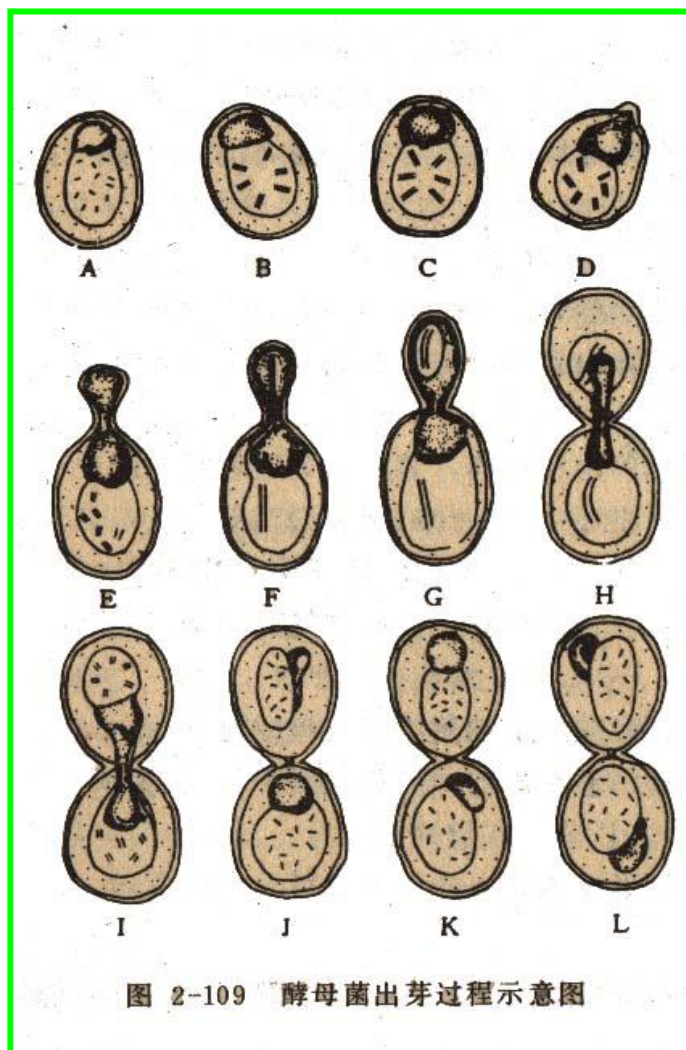
酵母菌的假丝类型



1、芽殖

芽殖过程：

- 母细胞形成小突起（A—D）
- 核裂（E—G）
- 原生质分配（H—I）
- 新膜形成（J—K）
- 形成新细胞壁（L）





芽 痕

出芽痕和蒂痕（诞生痕）：

酵母出芽繁殖时，子细胞与母细胞分离，在子、母细胞壁上都会留下痕迹。在母细胞的细胞壁上出芽并与子细胞分开的位点称**出芽痕**，子细胞细胞壁上的位点称**蒂痕（诞生痕）**。由于多重出芽，致使酵母细胞表面有多个小突起。



Bread Yeast with Bud





2、裂殖

借细胞横分裂法繁殖, 与细菌类似。

如 *Schizosaccharomyces octosporus* (八孢裂殖酵母)。进行裂殖的酵母菌种类较少。

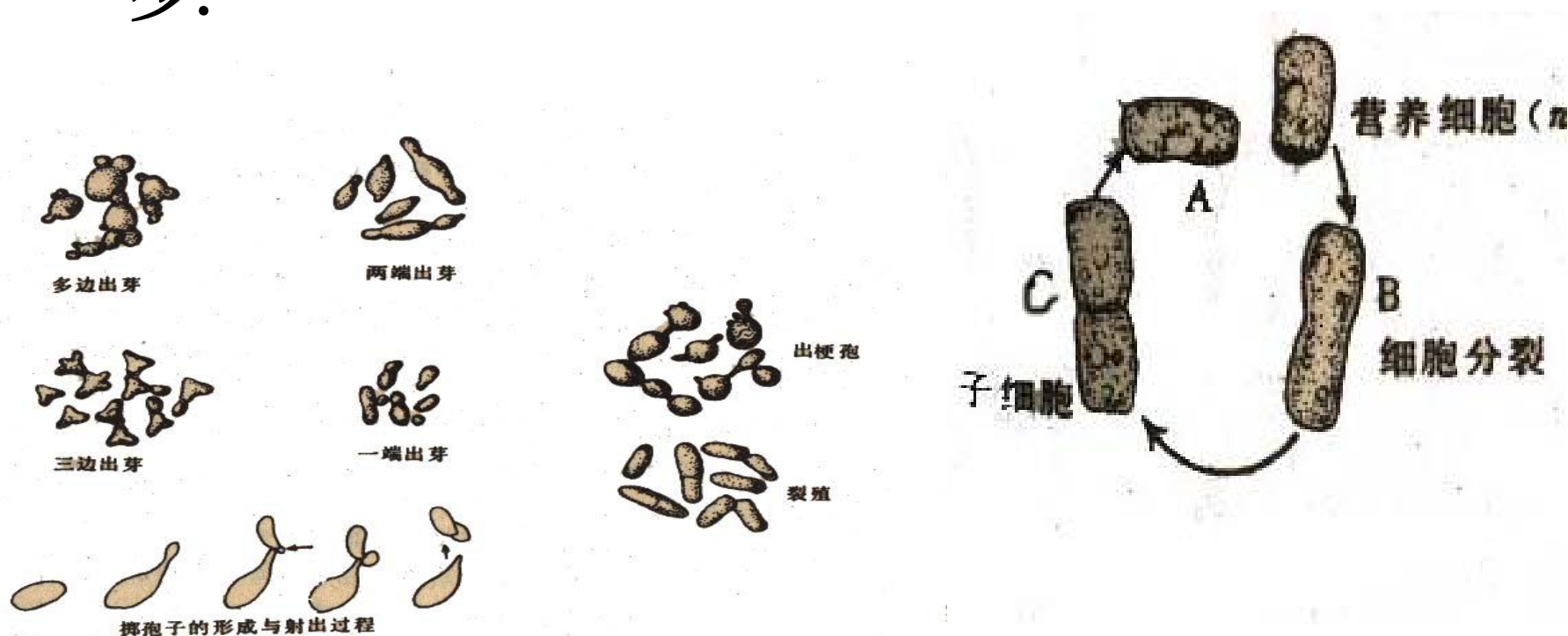


图 2-108 酵母菌的无性繁殖方式

(引自 李明霞: 微生物学通报, 1974, 第3期)





3、产生掷孢子等无性孢子

❖ 掷孢子（ballistospore）是掷孢酵母属等少数酵母菌产生的无性孢子，外形呈肾状。这种孢子是在卵圆形的营养细胞上生出的小梗上形成的。孢子成熟后通过一种特有的喷射机制将孢子射出。因此，如果用倒置培养皿培养掷孢酵母并使其形成菌落，则常因其射出掷孢子而可在皿盖上见到由掷孢子组成的菌落模糊镜像。

❖ 此外，有的酵母如*Candida albicans*等还能在假菌丝的顶端产生厚垣孢子（chlamydospore）。





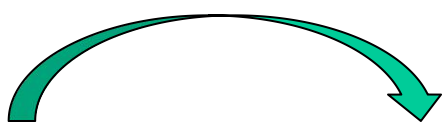
三、酵母菌的繁殖方式和生活史

(二) 有性繁殖

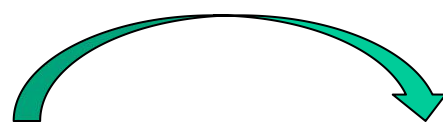
酵母菌是以形成**子囊**（ascus）和**子囊孢子**（ascospore）的方式进行有性繁殖的。

- 它们一般通过邻近的两个形态相同而性别不同的细胞各自伸出一根管状的原生质突起相互接触、局部融合并**形成一条通道**，
- 再通过**质配**（plasmogamy）、**核配**（caryogamy）和**减数分裂**（meiosis）形成**4或8个子核**，
- 每一个子核和周围的细胞质一起，在其表面形成孢子壁后就形成**子囊孢子**，形成子囊孢子的细胞称为**子囊**。一般一个子囊可产生4-8个子囊孢子。孢子数目、大小、形状因种而异





酵母的二倍体营
养体细胞



原细胞发育成子囊
(ascus)，里面有四
个子囊孢子，将来发
育成单倍体营养体细
胞



减数分裂后产生四
个单倍体的核

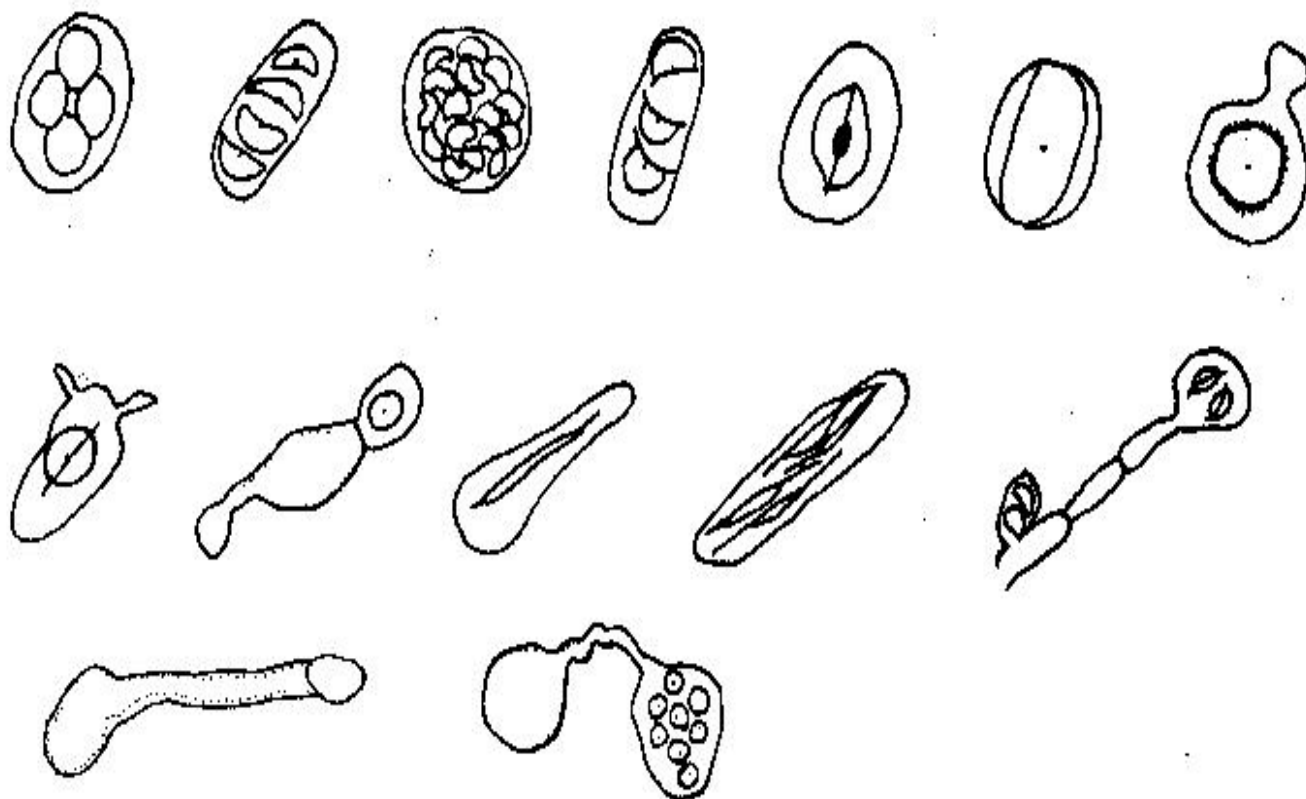


图 2.4.13 不同酵母菌形成的子囊孢子类型



三、酵母菌的繁殖方式和生活史

(三) 酵母菌的生活史 (**life history**)

- **生活史**又称生命周期 (**life cycle**)，指上一代生物个体经一系列生长、发育阶段而产生下一代个体的全部过程。不同酵母菌的生活史可分为以下3类。
 - 1. 营养体既能以单倍体也能以二倍体形式存在
 - 2. 营养体只能以单倍体形式存在
 - 3. 营养体只能以二倍体形式存在





(三) 酵母菌的生活史 (life history)

- 1. 营养体既能以单倍体也能以二倍体形式存在

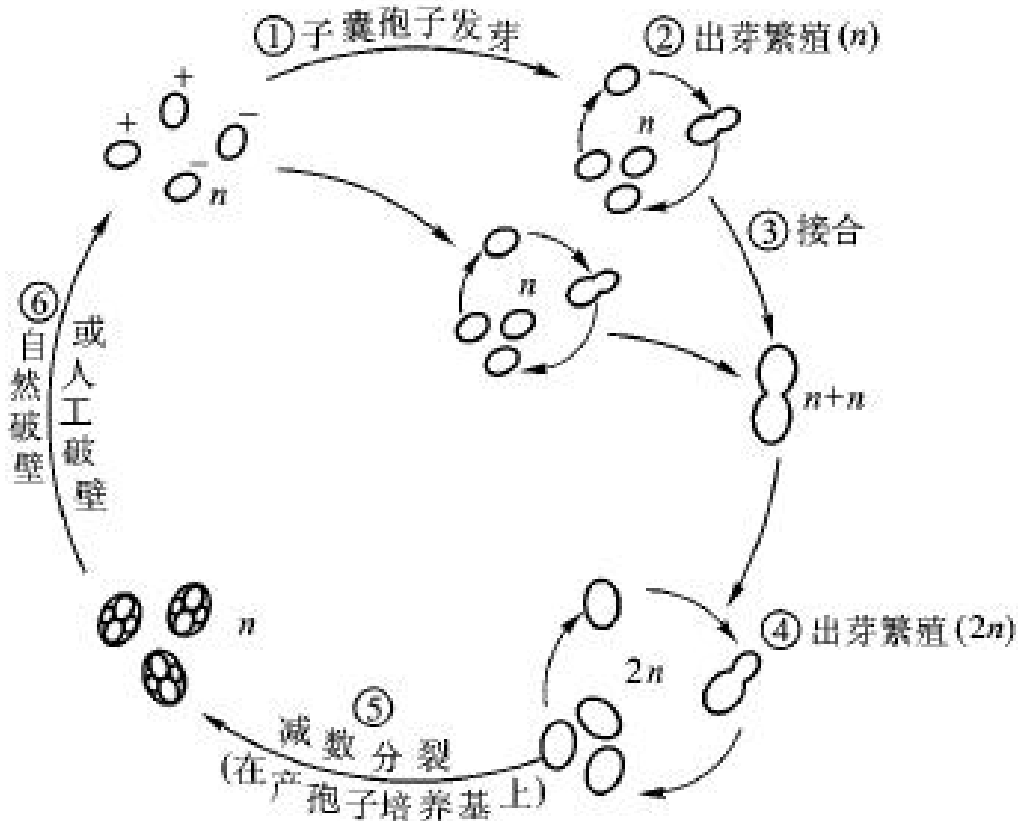


图 2-7 *S. cerevisiae* (酿酒酵母) 的生活史



(三) 酵母菌的生活史 (life history)

- 2. 营养体只能以单倍体形式存在

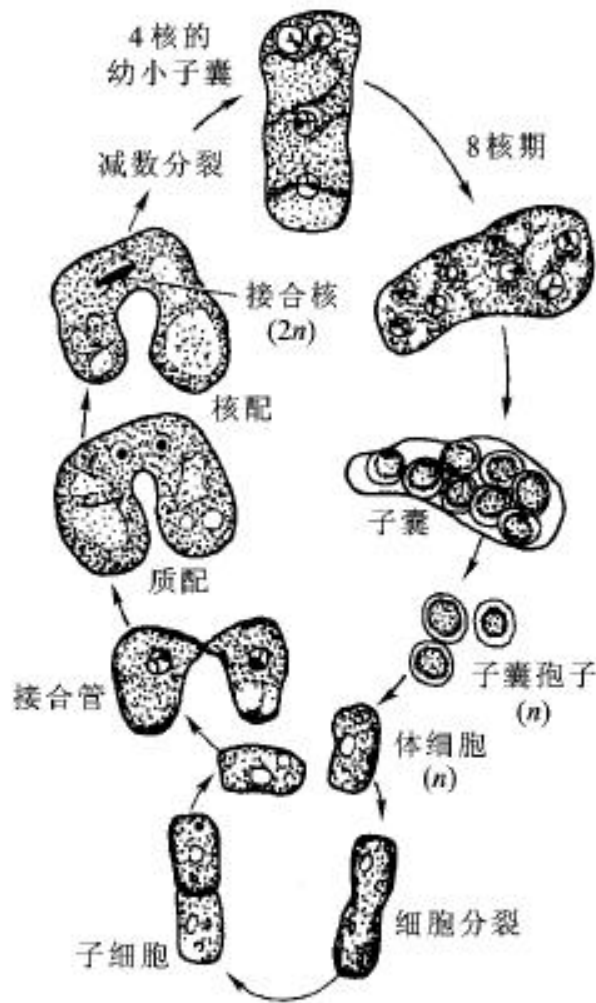


图 2-8 *Schizosaccharomyces octosporus* (八孢裂殖酵母) 的生活史





(三) 酵母菌的生活史 (life history)

- 3. 营养体只能以二倍体形式存在

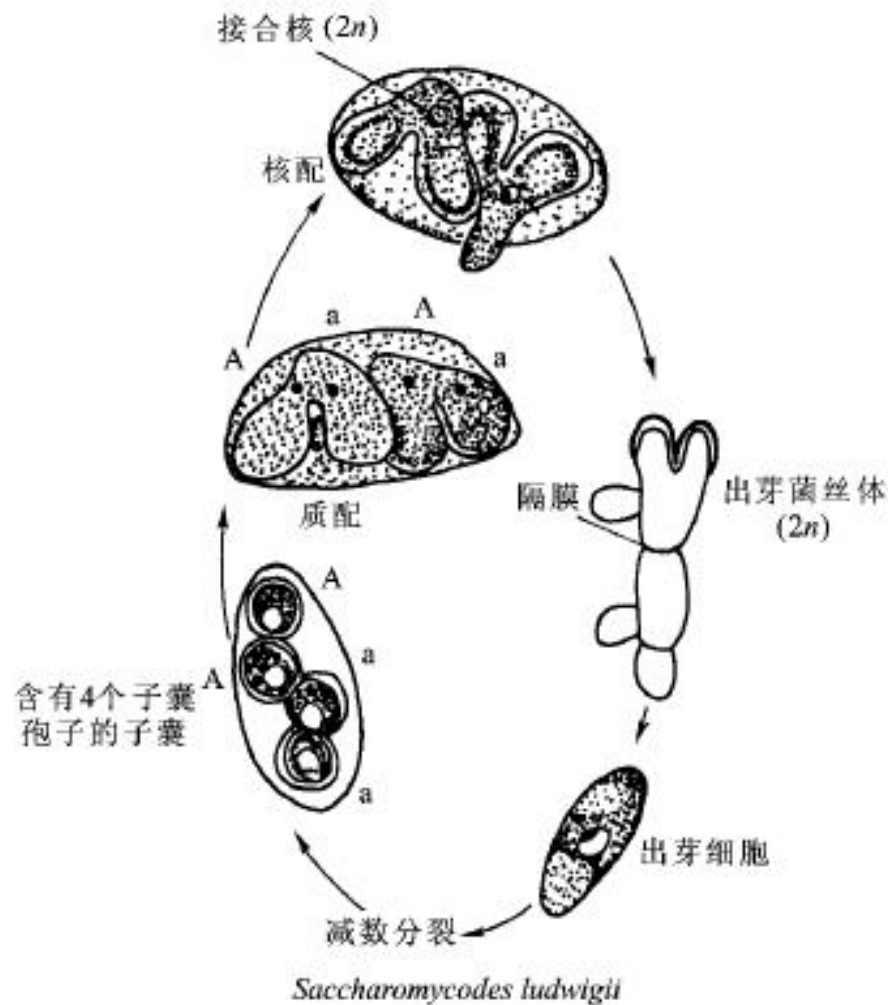


图 2-9 *Saccharomyces ludwigii* (路德类酵母) 的生活史





四、酵母菌的菌落

- 典型的酵母菌都是单细胞真核微生物，细胞间没有分化。与细菌相比，它们的细胞是属于粗而短的，在固体培养基表面，细胞间也充满着毛细管水，故其菌落与细菌的相仿，一般呈现较湿润、较透明，表面较光滑，容易挑起，菌落质地均匀，正面与反面以及边缘与中央部位的颜色较一致等特点。

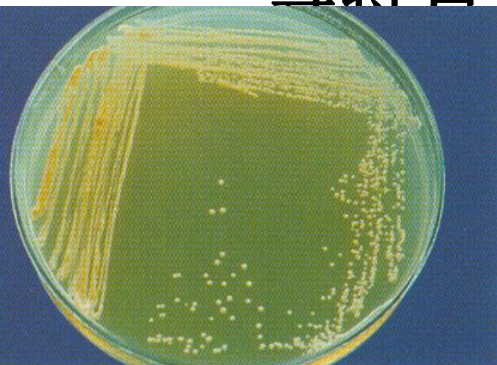


图 15-19 啤酒酵母在 SDA 上的菌落特征 (5-7d)



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/485340332033011214>