

# Chapter IV

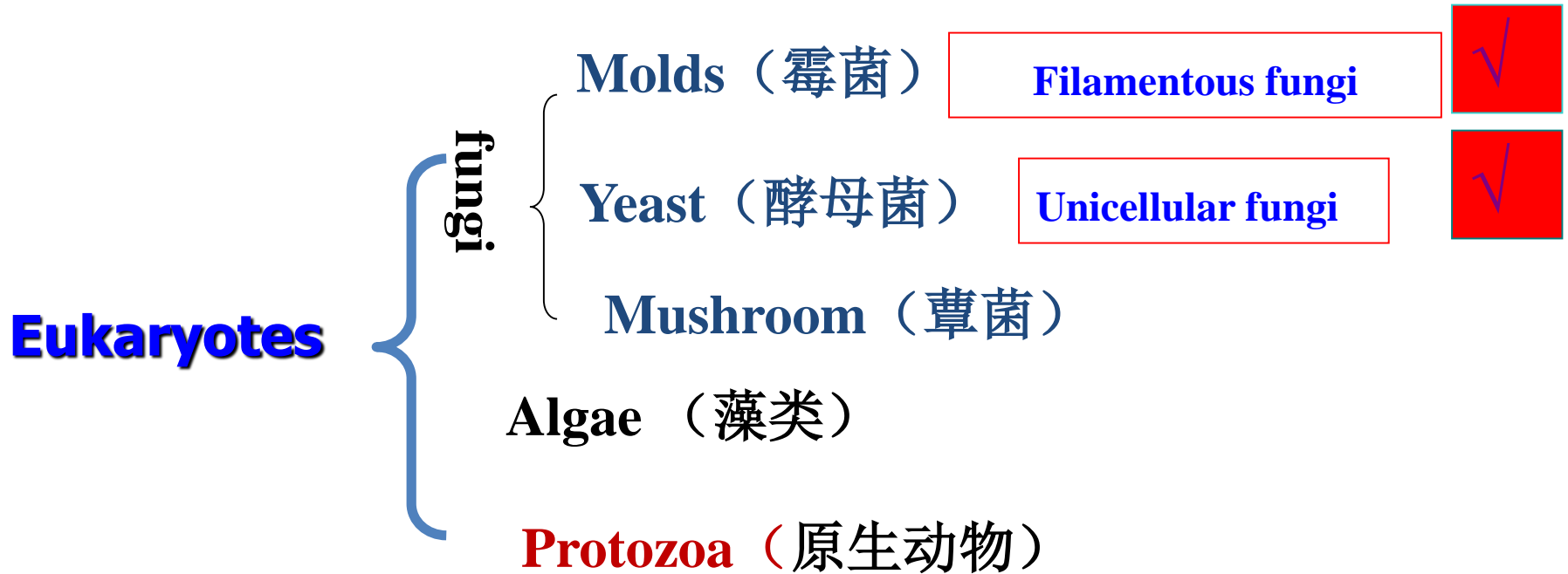
## Eukaryotic Cell Structure and Function

张梦杰 生命学院

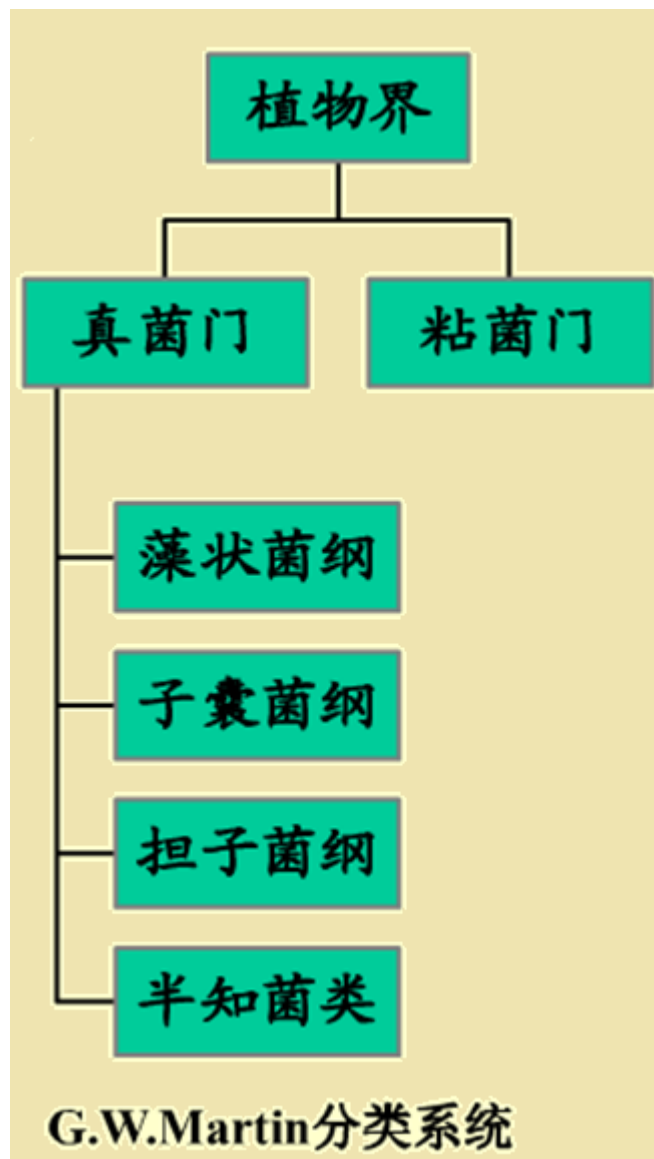
*98061@tongji.edu.cn*

# Introduction

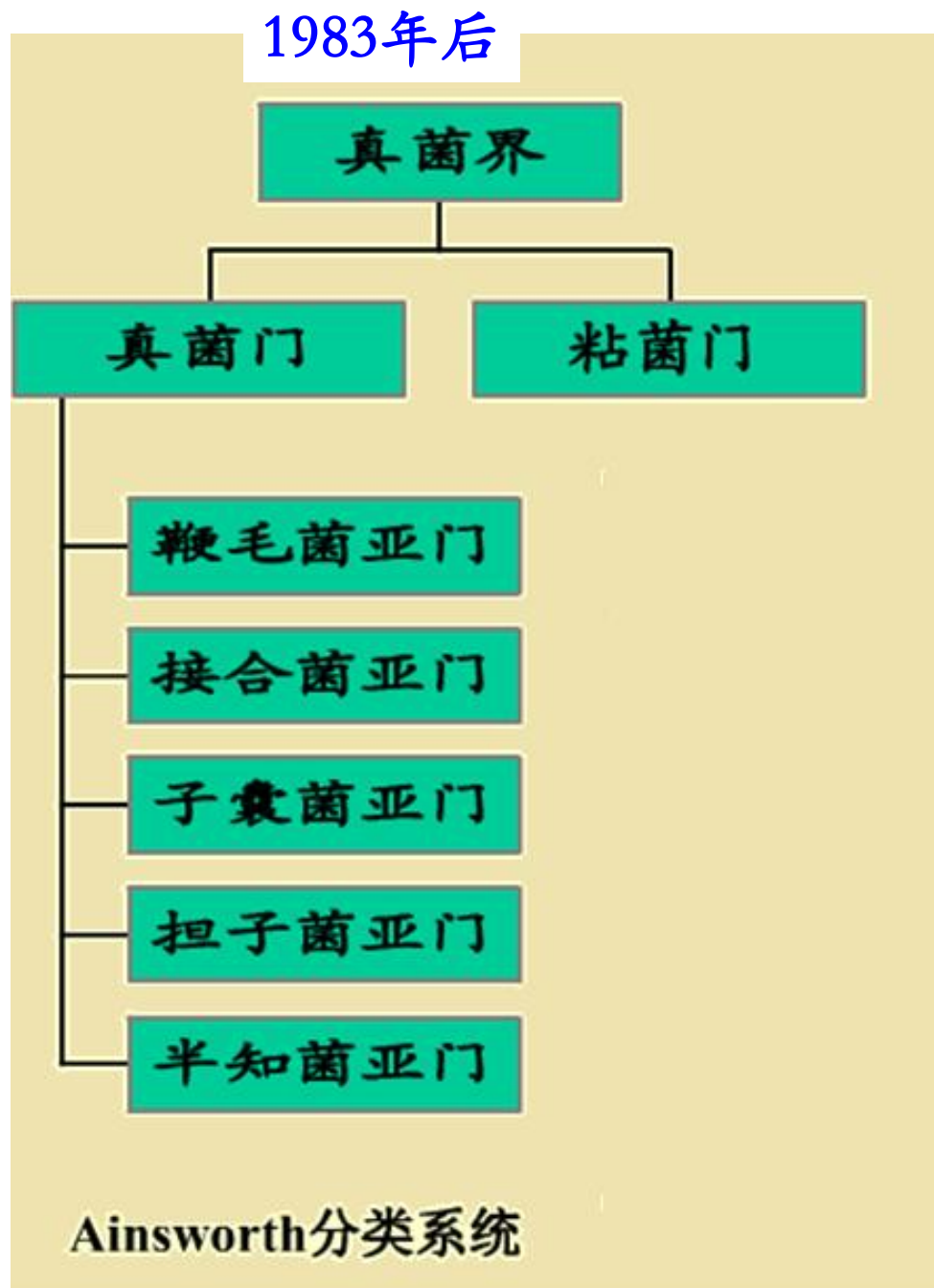
凡是细胞核具有核膜、能进行有丝分裂、细胞质中存在线粒体或同时存在叶绿体等细胞器的微小生物，都称为真核微生物。



- **Fungi** – **heterotrophic**, non-photosynthetic, **reproductive spores**.
- **Algae** -- **phototrophic** eukaryotes.
- **Protozoa** -- heterotrophic, unicellular, **animallike protists**



三纲一类 (1969年前)



# ◆ 粘菌 ( *slime mold* )



- 世界上最小的农夫

---*Dictyostelium discoideum*

盘基网柄菌

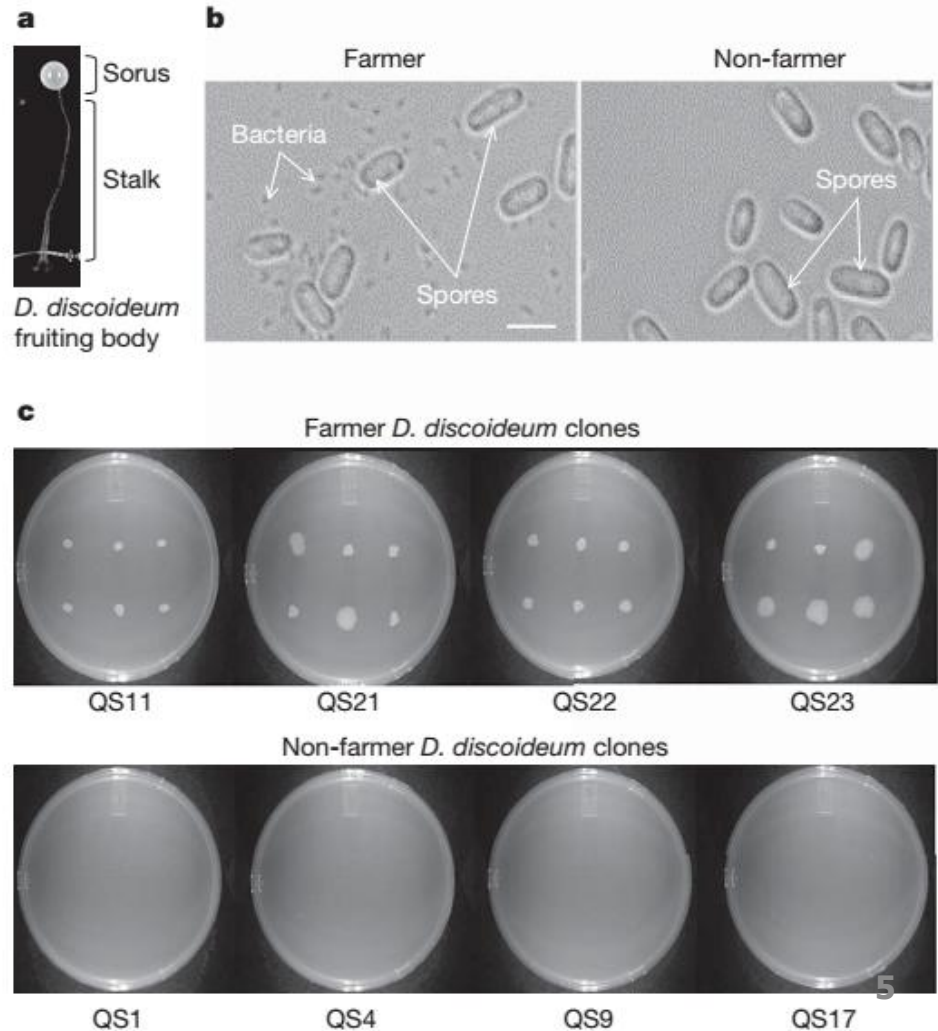
## Primitive agriculture in a social amoeba

Debra A. Brock Tracy E. Douglas David C. Queller Joan E. Strassmann

[Affiliations](#) | [Contributions](#) | [Corresponding author](#)

*Nature* **469**, 393–396 (20 January 2011) | doi:10.1038/nature09661

Received 28 April 2010 | Accepted 12 November 2010 | Published

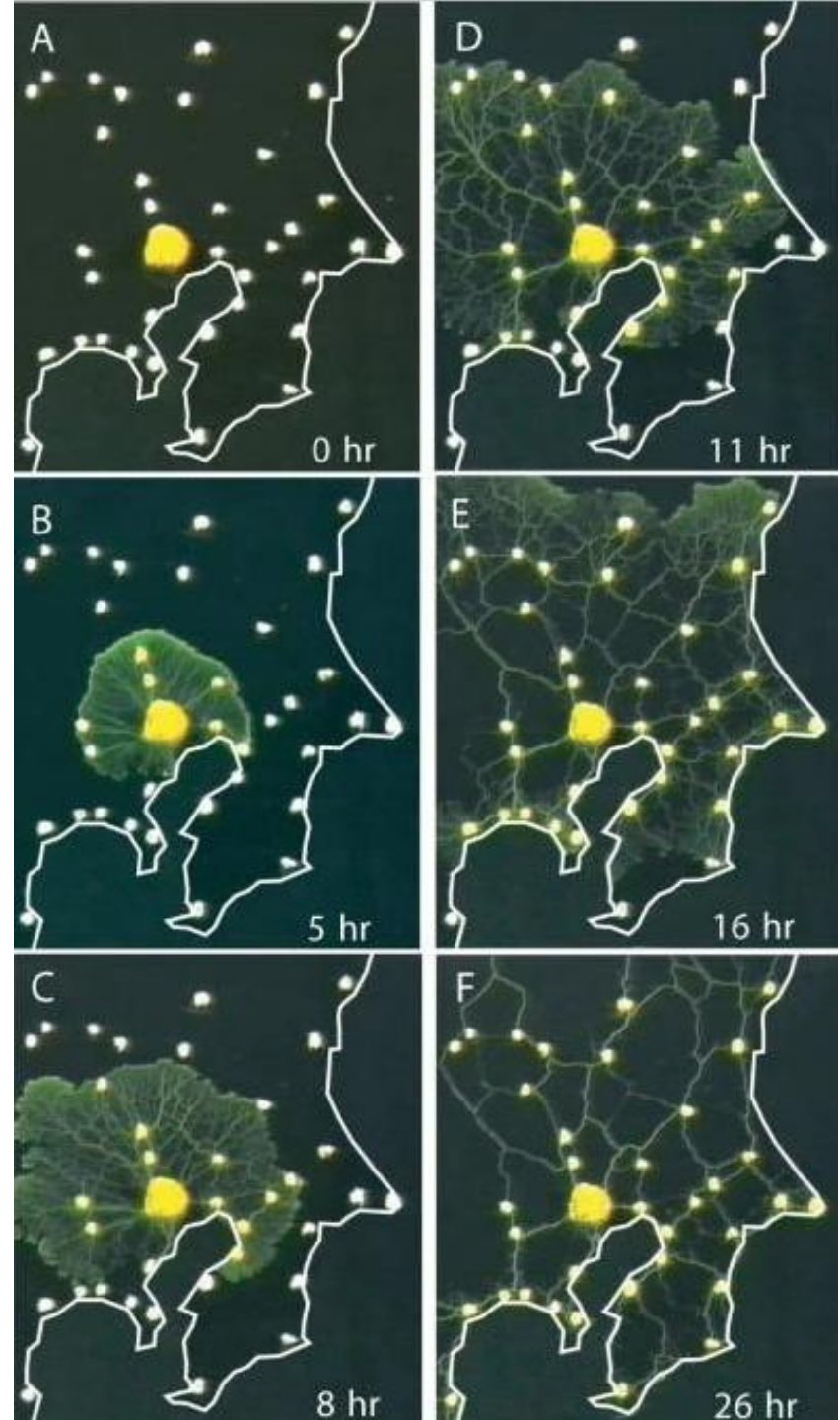




# 多头绒泡菌

- 强大的计算和移动能力

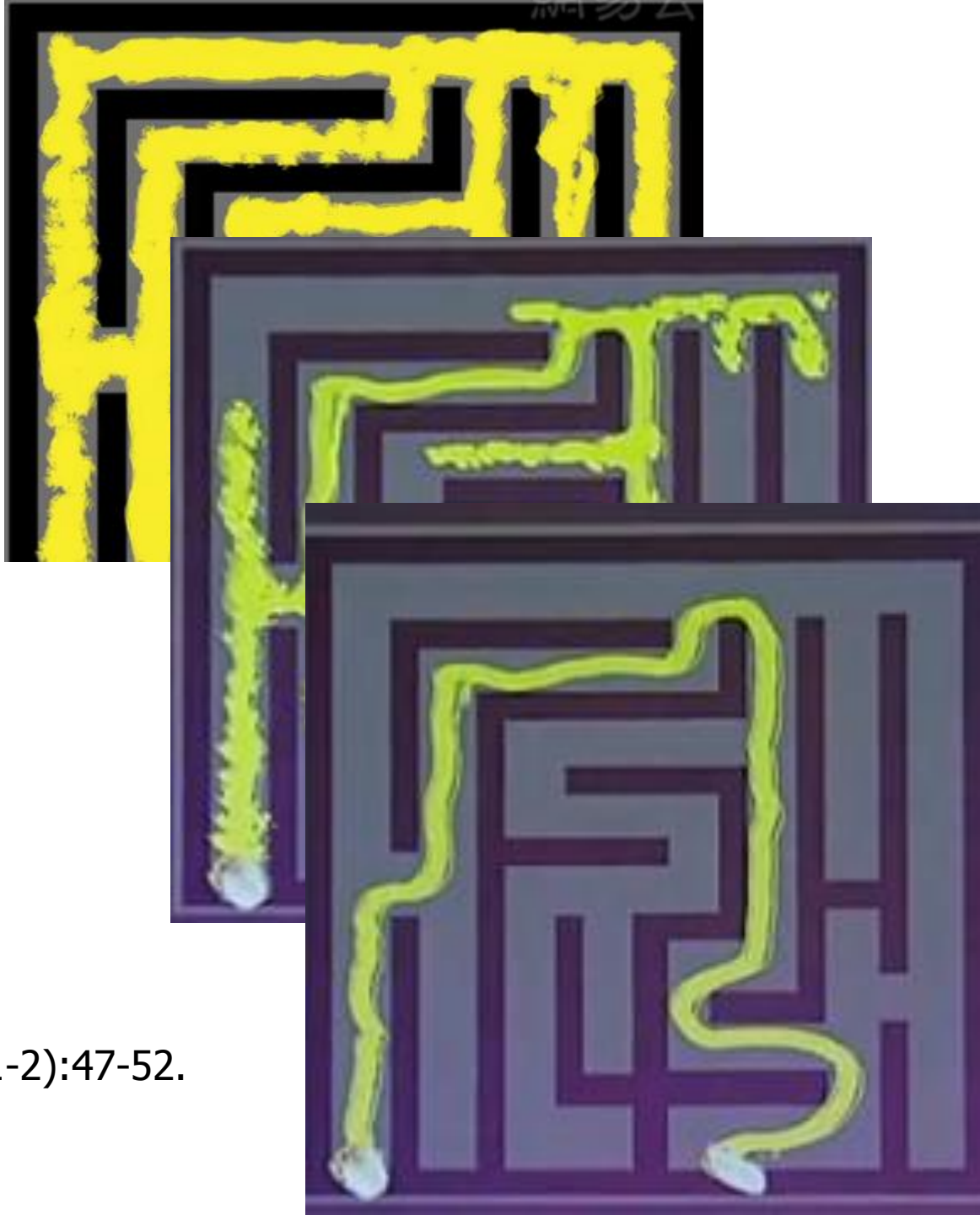
「利用黏菌来确定最佳的铁路线路」2010年度的「搞笑诺贝尔-运输规划奖」。



*Science*. 2010 Jan 22;327(5964):439-42.

# 多头绒泡菌

## ---学习



*Biophys Chem.* 2001 Aug 30;92(1-2):47-52.

## ◆ 真菌 ( fungi )

- **Fungi (pl. form of fungus; latin *fungus*) are eukaryotic, no chlorophyll, reproduce sexually and asexually.**
- **The scientific discipline dealing with fungi is called mycology. (真菌学)**



- plant diseases; animals and humans diseases
- industrial fermentation
- important research tools
- grow better in an acidic pH (5.0)
- most **molds** are aerobic; **yeasts** are **facultative anaerobes**
- Most **fungi** are more resistant to osmotic pressures
- require less nitrogen
- using complex carbohydrates, such as lignin (木质素)

# Cell wall

- polysaccharide, proteins + lipid
- 低等丝状真菌以纤维素为主
- 酵母以葡聚糖为主
- 高等丝状真菌以几丁质为主

# Other cell structure

- **CM:** be similar to prokaryotic cells.
- **CN:**
- **other organelles:** 内质网（endoplasmic reticulum）、核糖体（ribosomes）、高尔基体(Golgi body)、溶酶体（lysosome）、微体（microbody）、线粒体（mitochondria）、叶绿体（chloroplast)、鞭毛

# ◆ 酵母菌 (yeast)

单细胞真菌俗称，分类学上分属于子囊菌纲、担子菌纲和半知菌类。

## 特点：

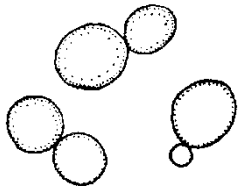
- 单细胞
- 芽殖或裂殖
- 发酵糖类产能
- CW含有甘露聚糖
- 含糖量高、偏酸性环境



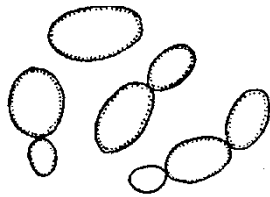
图2—1 酵母细胞结构模式

# 1. morphology

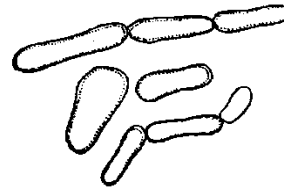
◎ 单细胞真核微生物，其形态有圆形、卵圆形、椭圆形、柠檬形、香肠形、圆筒形等。



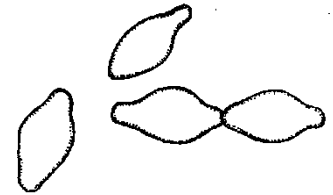
圆形



卵圆形



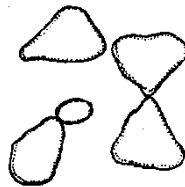
圆筒形



柠檬形



椭圆形



三角形



瓶子形

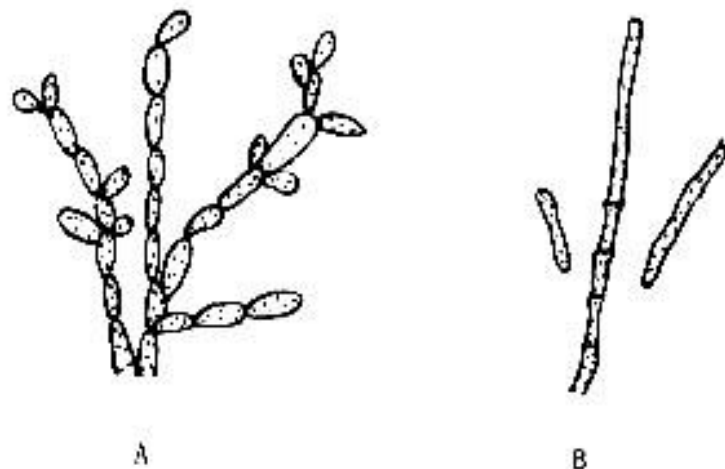


香肠形



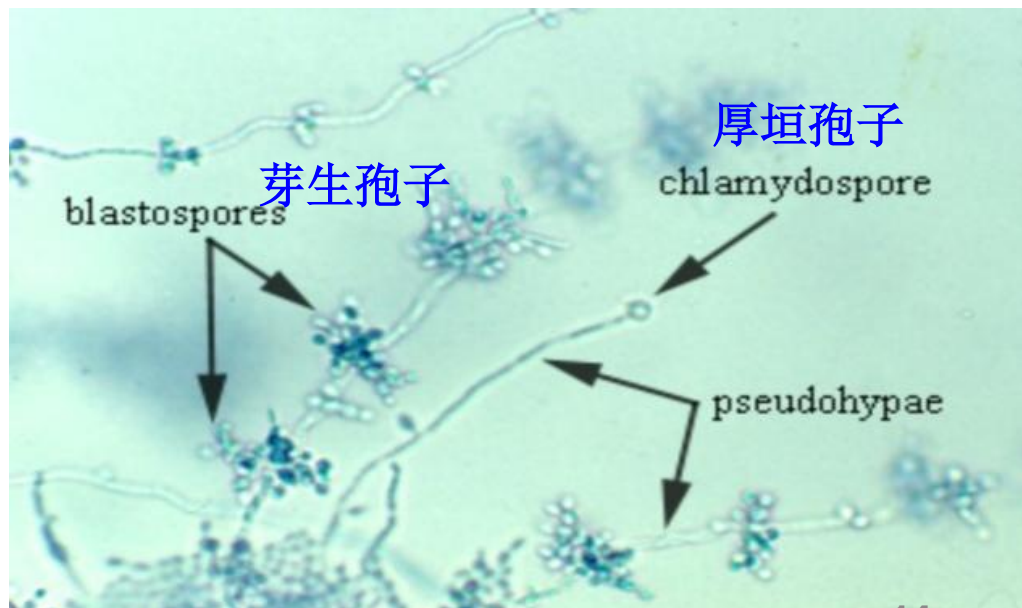
# 假菌丝

◎ 某些酵母**芽殖**，子细胞与母细胞不分离，连成竹节状或藕节状的细胞串，形似霉菌的菌丝，称之为“假菌丝”。



酵母菌的假菌丝

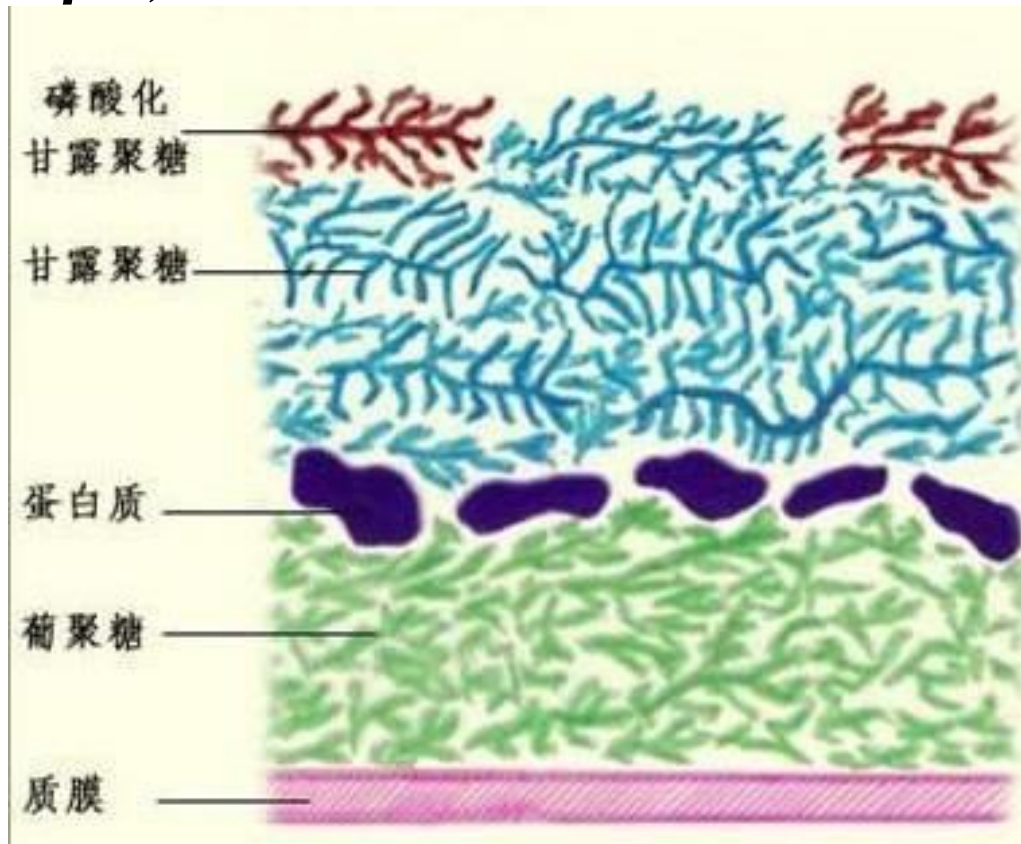
A. 藕节状假菌丝； B. 竹节状假菌丝



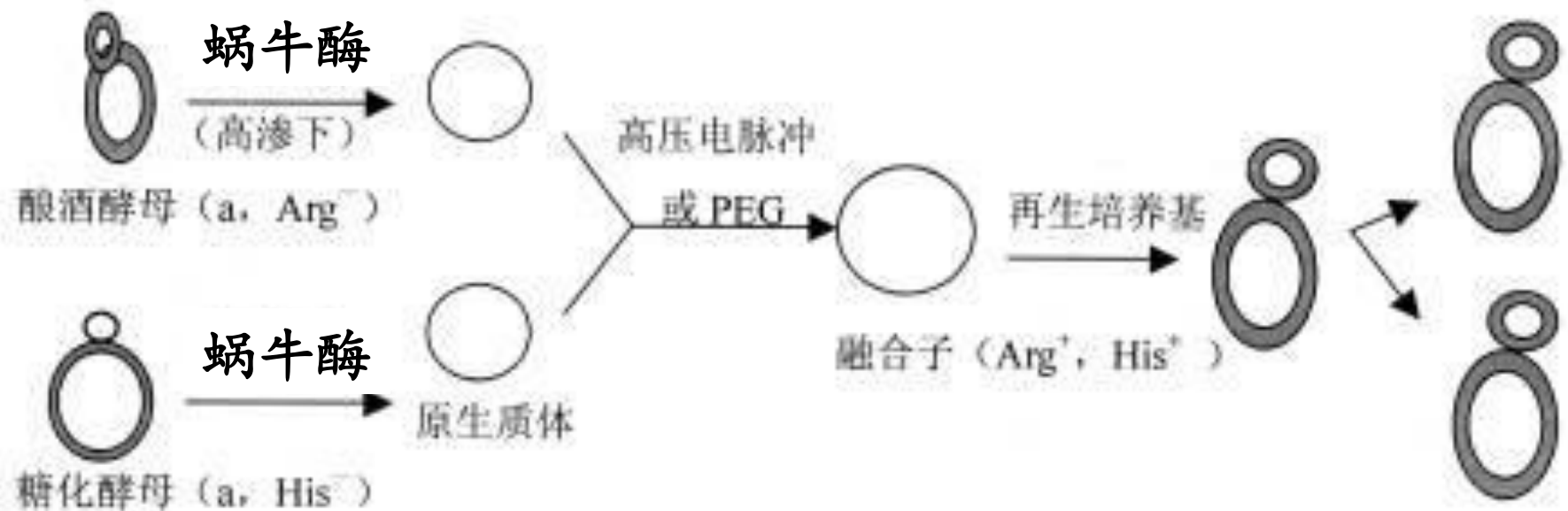
白假丝酵母

## (1) CW

- **outer layer:** mannan (甘露聚糖) 40-45%,  $\alpha$ -1,6-, 支链 $\alpha$ -1,3-
- **Middle:** proteins (蛋白) 5-10%
- **Inner layer:** glucan (葡聚糖) 30-45%, 抗机械强度,  $\beta$ -1,3-糖苷键, 支链  $\beta$ -1,6-糖苷键

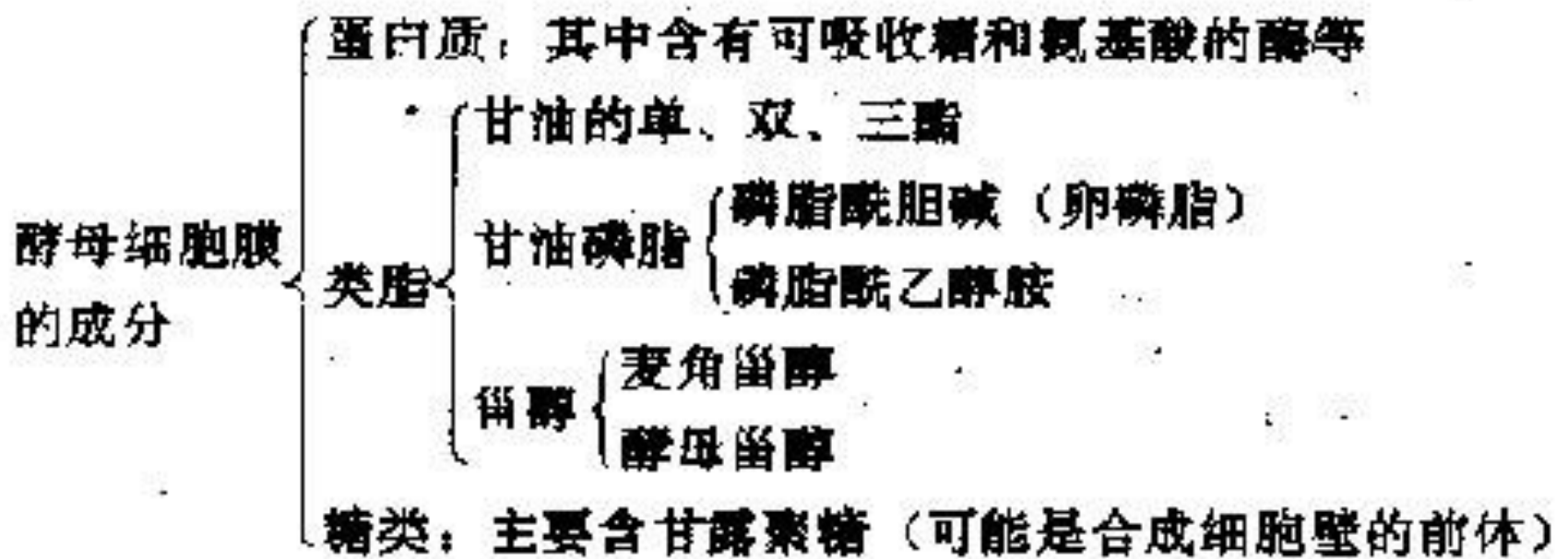


# 酵母菌原生质体制备



## (2) CM

含丰富麦角甾醇  $\xrightarrow{\text{UV}}$  VD<sub>2</sub>



### (3) CN

*Saccharomyces cerevisiae* : 17 chromosomes,  
1996年完全测序 , 12.052Mb, 6500 genes,  
the first sequencing eucaryotic cell.

### (4) Mitochondria

线粒体 有氧形成球状、杆状, 有功能;  
无氧形成无脊, 没有氧化磷酸化功能。



## (5) 内含物

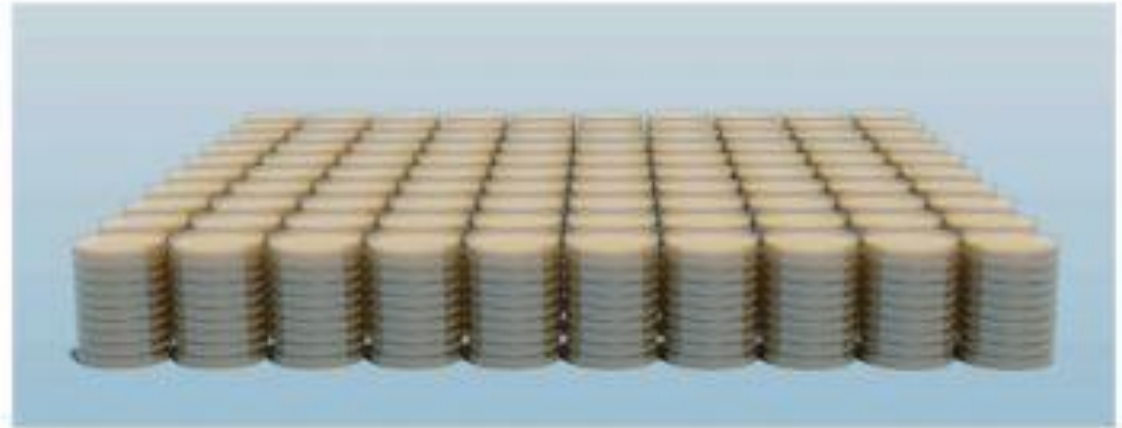
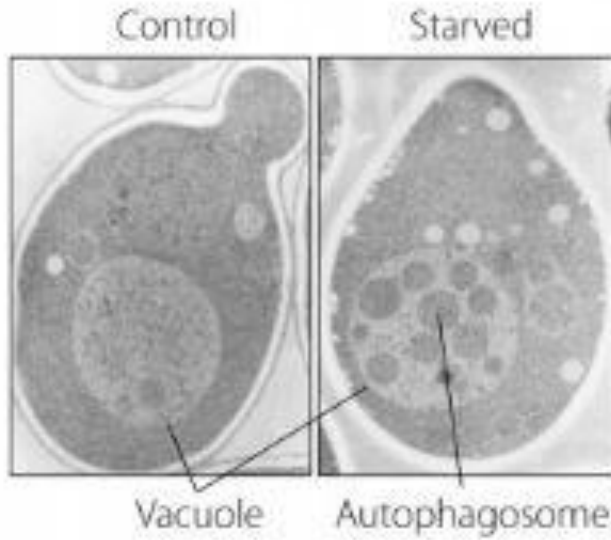
**液泡：**单层膜包围的泡状结构

- 营养物与水解酶的储藏库，调节渗透压
- 发育中后期出现，老化时出现各种颗粒, 脂肪粒、肝糖、聚磷酸盐、海藻糖等

"For the greatest benefit to mankind"  
*Alfred Nobel*

2016 NOBEL PRIZE IN  
PHYSIOLOGY OR MEDICINE

Yoshinori Ohsumi



15 genes

## 2016 Nobel Prize in Physiology or Medicine

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2016 was awarded to Yoshinori Ohsumi "for his discoveries of mechanisms for autophagy".

## (5) 内含物

**2 $\mu$ m质粒**：1967年酿酒酵母中发现，作用未知，cccDNA，外源DNA载体

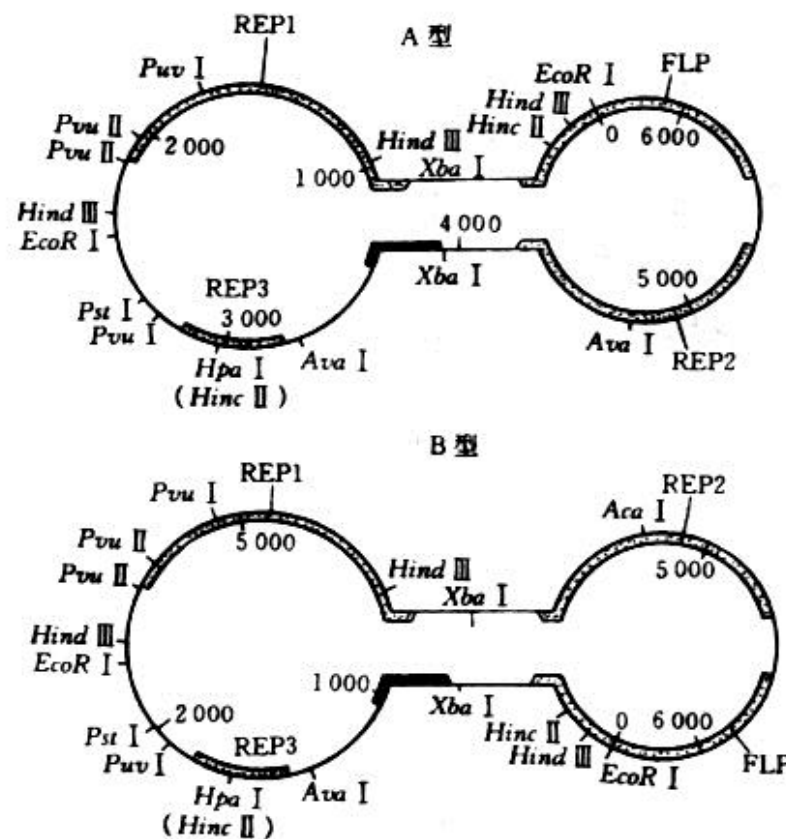
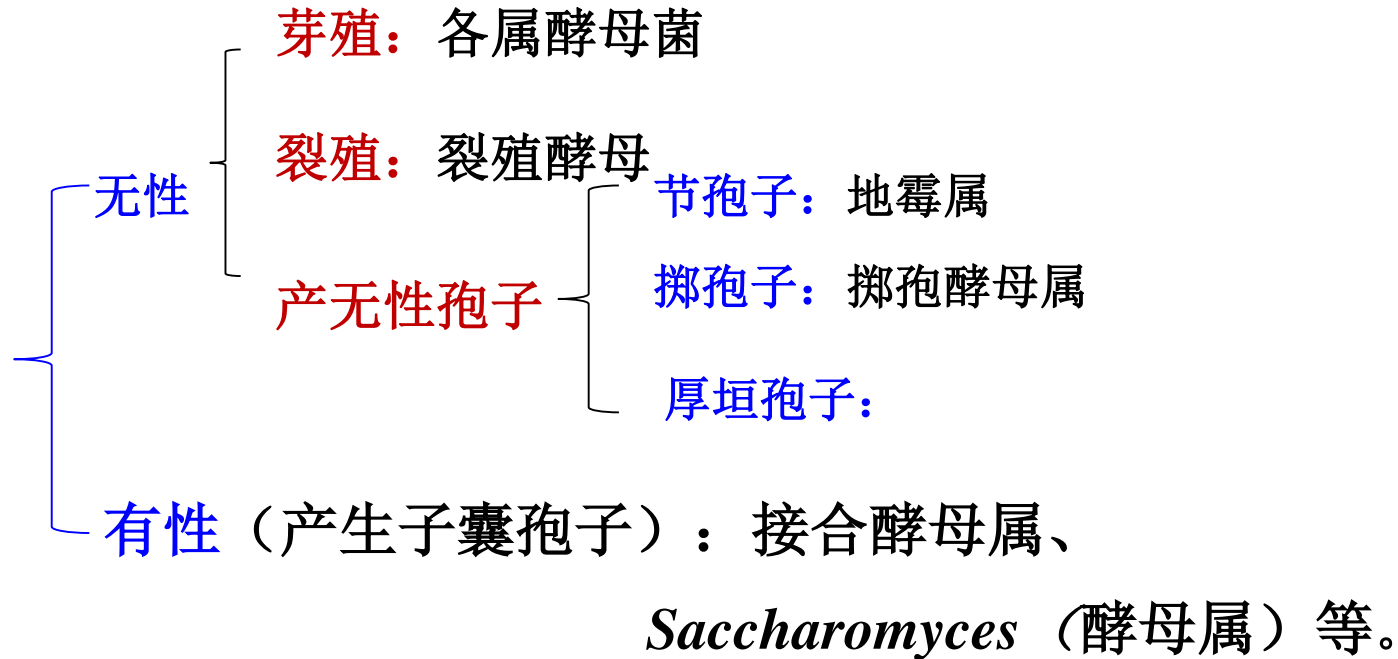


图 8-31 酵母 2 $\mu$ m 质粒的结构和限制性图谱

A 和 B 是两种构型的 2 $\mu$ m 质粒,图谱的环状部分代表单一顺序,直线部分代表反向重复序列(IR),粗线条表示复制原点,REP1、REP2 和 REP3 分别代表复制酶基因和顺式作用位点,FLP 表示重组酶基因

## 2. reproduction



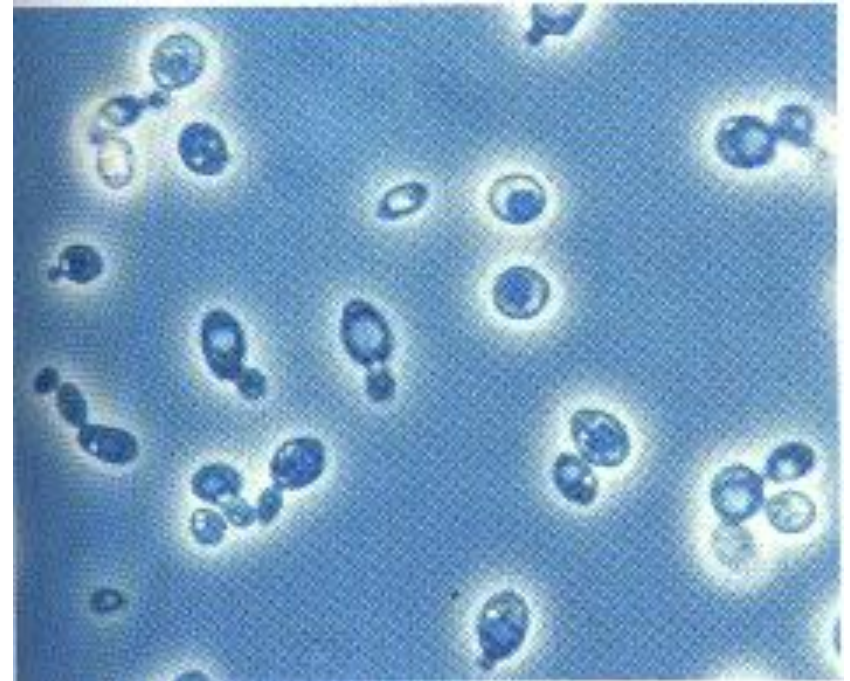
有的把无性繁殖的叫“假酵母”或拟酵母，具有性繁殖的叫“真酵母”

# (1) asexual reproduction

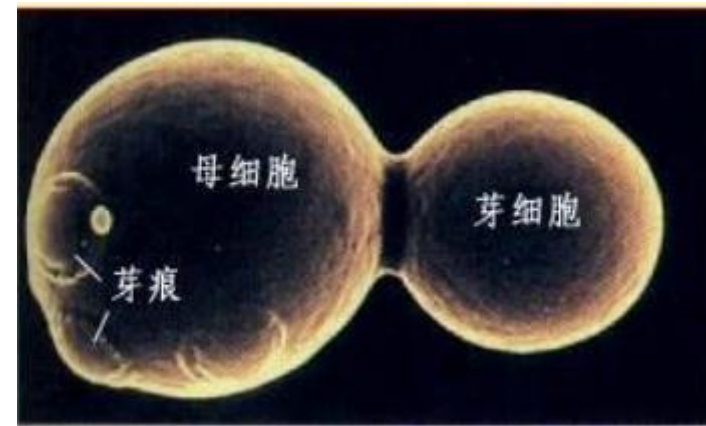
## a. Budding (芽殖)

main reproductive style.

- 母细胞形成小突起
- 核裂
- 原生质分配
- 形成新的CM和CW







- 芽痕：酵母出芽繁殖，在母细胞上留下的痕迹
- 蒂痕：子细胞上留下的痕迹



多边出芽



两端出芽



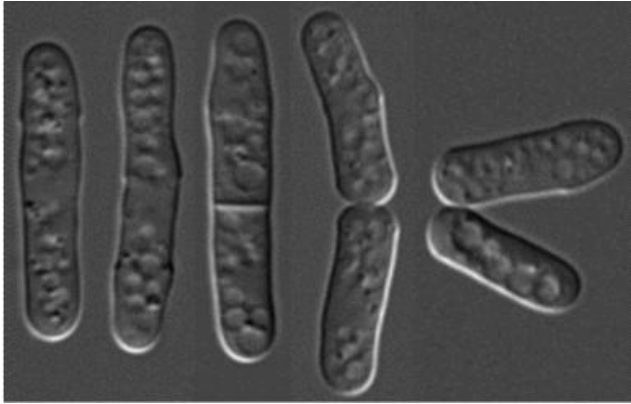
三边出芽



一端出芽

## b. binary fission (裂殖)

eg. 裂殖酵母



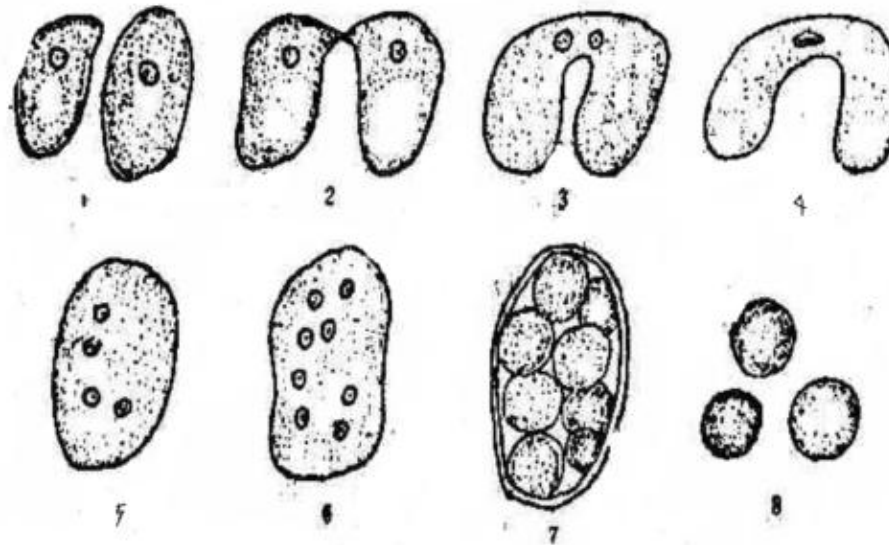
## c. 掷孢子 (ballistospore)

- 掷孢酵母属 产生的无性孢子，外形似肾状
- 孢子成熟后通过一种特有的喷射机制将孢子射出

## (2) sexual reproduction

- Ascospores (子囊孢子)

合适条件下结合子经减数分裂， $2n$ 核分裂为4-8个 $n$ 核，外包细胞质逐渐形成，包含在酵母菌CW演变而成的子囊中。



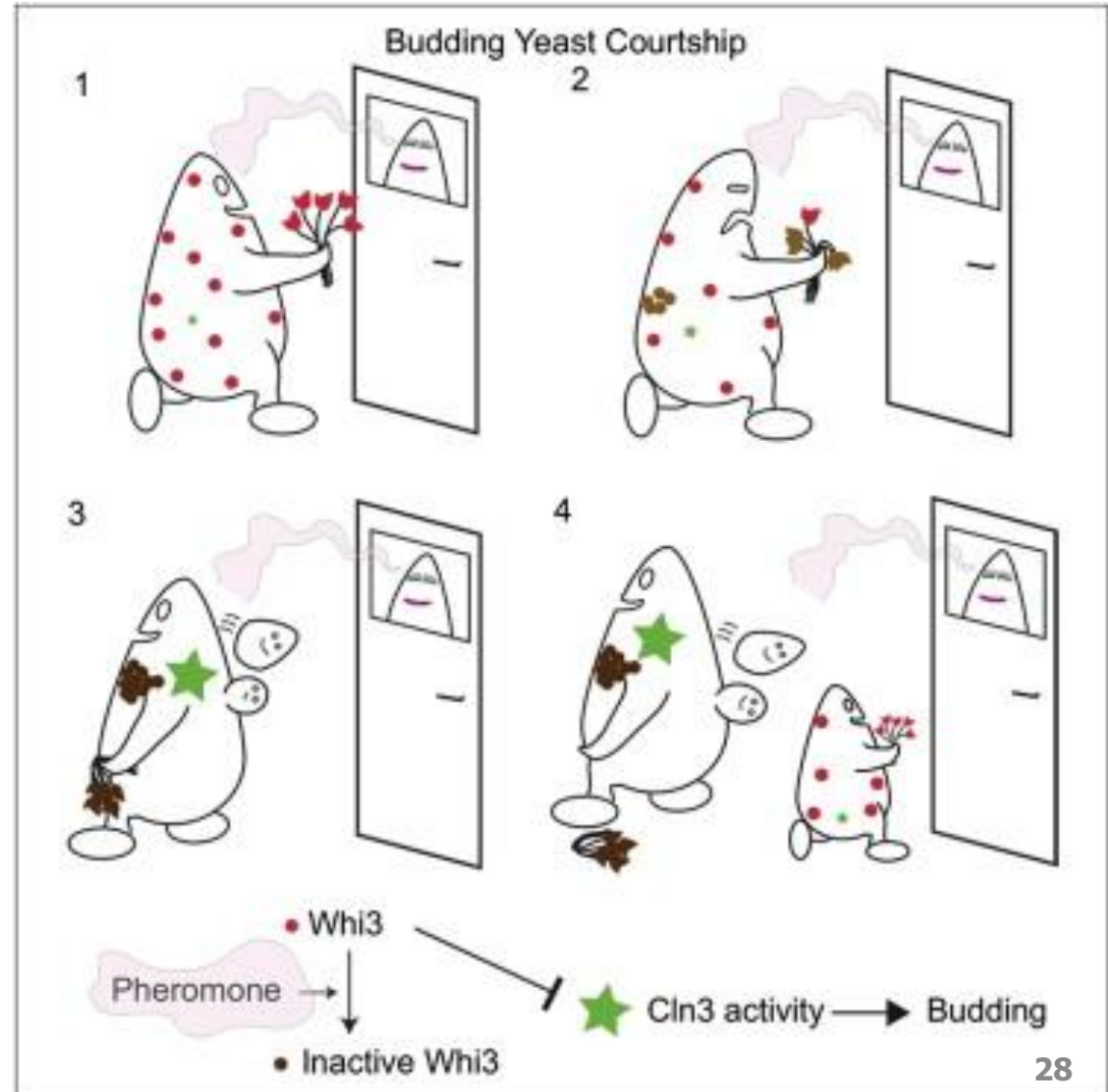
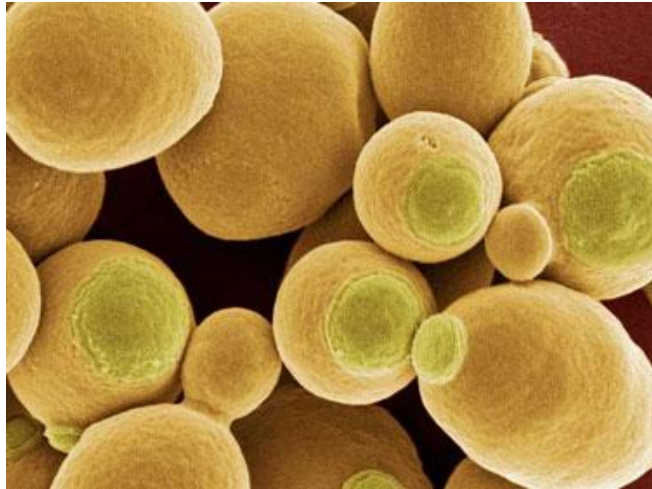
酵母菌有性结合形成子囊和子囊孢子

1. 两个单倍体营养细胞
2. 两细胞各自伸出突出物
3. 形成通道, 进行质配, 两核向通道移动
4. 核配, 形成接合核( $2N$ )
5. 接合核分裂二次, 其中一次为减数分裂, 形成四核幼小子囊
6. 八核子囊
7. 子囊和子囊孢子形成
8. 子囊破裂, 释放出子囊孢子

# 如何获得酵母子囊孢子？

- 用营养充足的培养基和活力旺盛的幼龄细胞  
(种子连续传代3次)
- 25-30℃培养，大量空气，促进细胞氧化作用
- 选择生孢子培养基（**营养贫瘠**），常用石膏块或醋酸钠琼脂斜面

# A Super-Assembly of Whi3 Encodes Memory of Deceptive Encounters by Single Cells during Yeast Courtship





### 3. Life cycle

#### 单双倍体型

- N和2N两个阶段同样重要
- 特定条件下进行有性繁殖
- 一般情况下营养体芽殖

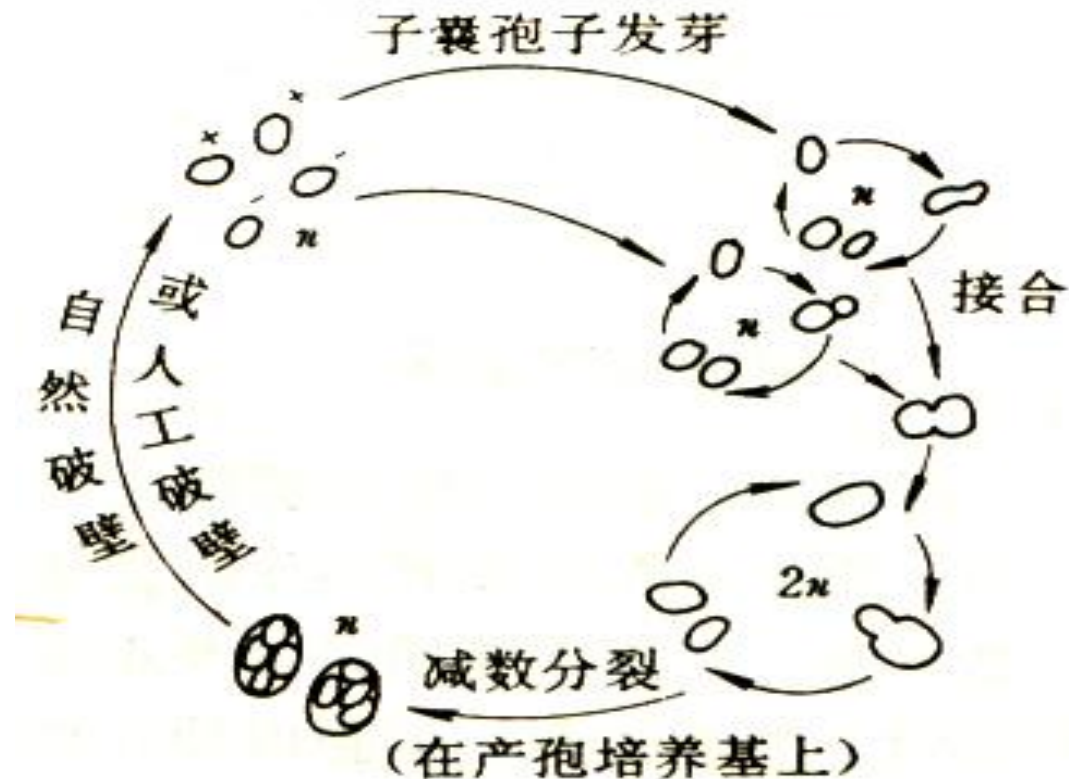
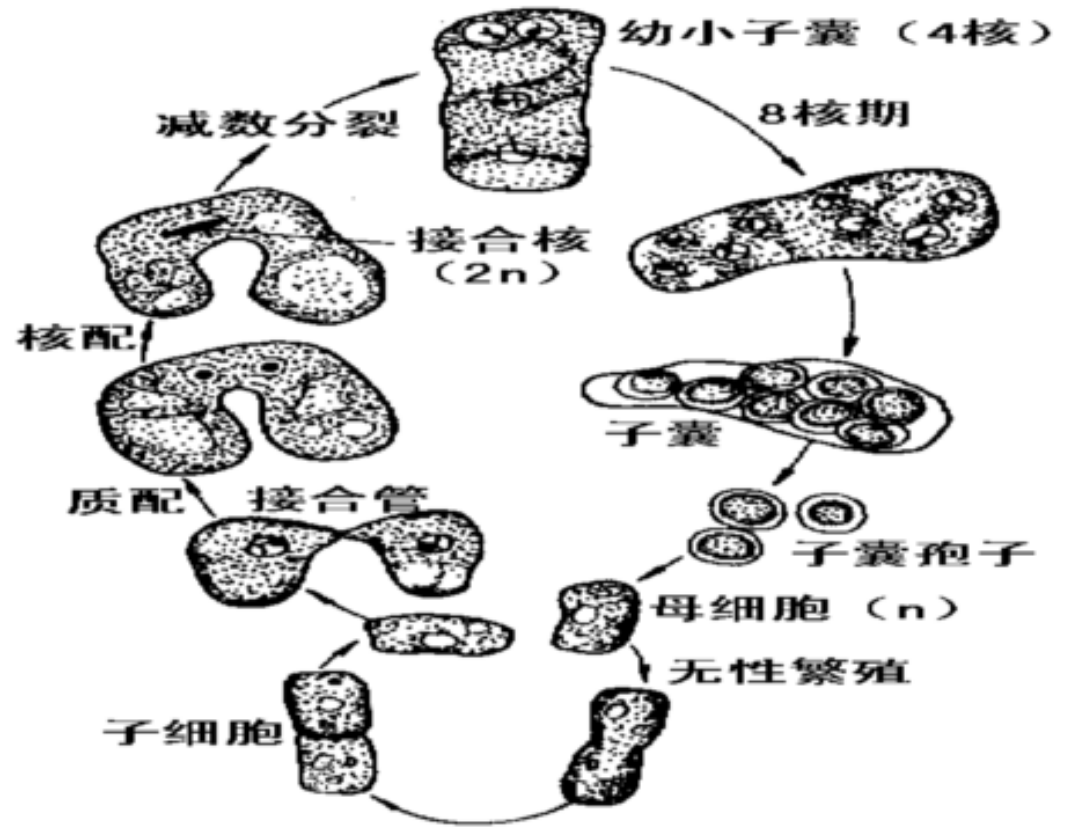


图 3-4 *S. cerevisiae* 的生活史

# 单倍体型

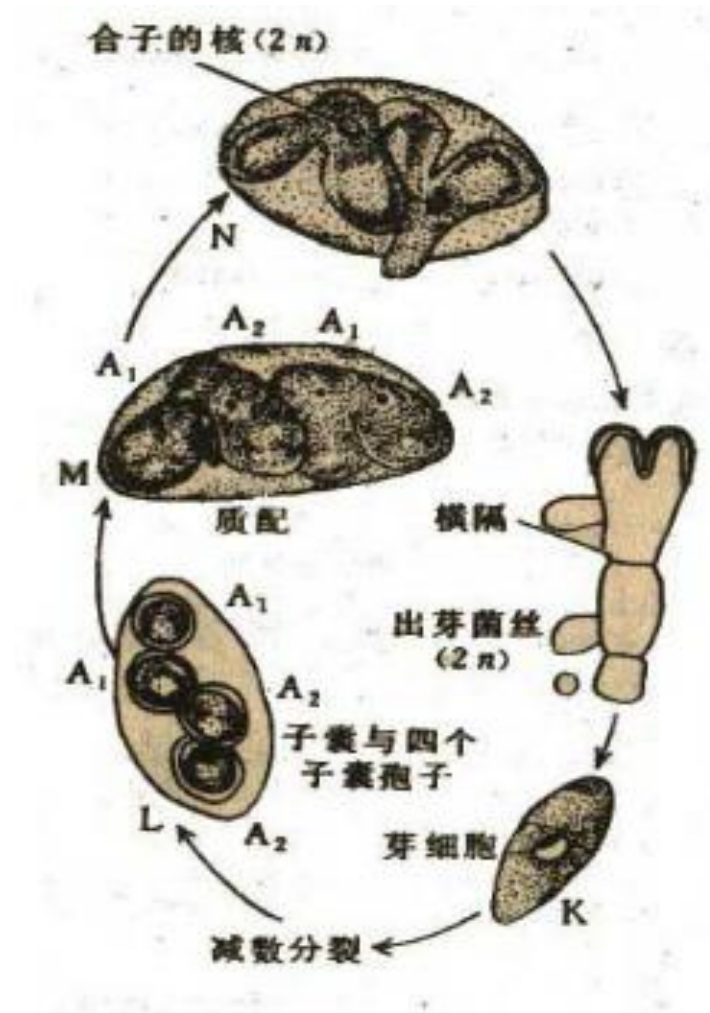


- 营养细胞N体
- 无性繁殖---裂殖方式
- 2N体不能独立生活，一经形成立刻减数分裂

*Schizosaccharomyces octosporus*  
(八孢裂殖酵母)

# 双倍体型

- 营养细胞  $2N$  体
- $2N$  阶段长，芽殖
- $N$ 体仅以子囊孢子存在



*Saccharomyces ludwigii*  
(路德类酵母)

## 4. Importance

### (1) distributed in metaacid environment

如水果、蔬菜、叶子、树皮等处，及葡萄园和果园土壤中等。

### (2) important sources of microorganisms

酵母菌是人类的第一种“家养微生物”

### (3) important research material

啤酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 是第一个完成全基因组序列测定的真核生物 (1997)

### (4) cause disease

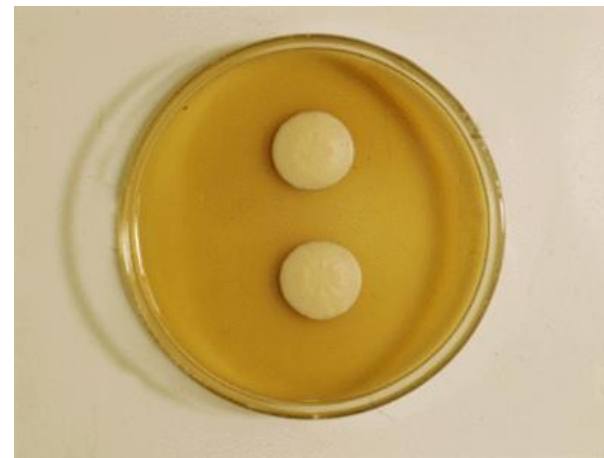
有些酵母菌能引起皮肤、呼吸道、消化道、泌尿生殖道疾病

### (5) single-cell protein

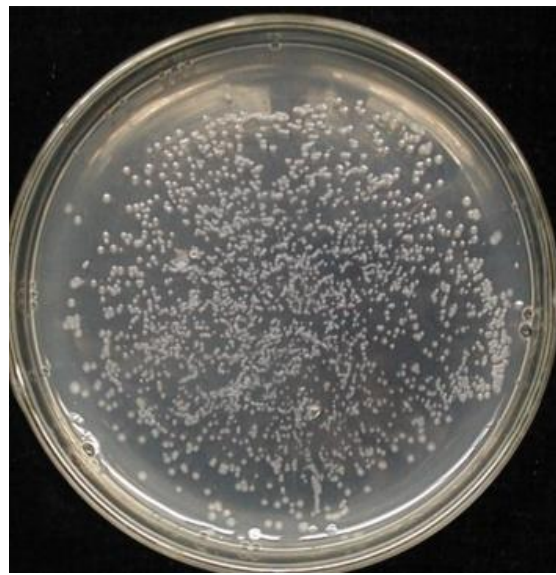
饲料酵母

## 5. 菌落特点

- 大而厚、表面湿润、粘稠、**易挑起**
- 多为白色，少数红色，颜色均一
- 培养时间过长，产生褶皱
- 一般有悦人的酒香



酿酒酵母



红酵母

## 6. 代表属:

➤ 酵母菌属: 酿酒酵母

➤ 裂殖酵母属

➤ 假丝酵母属: 热带假丝酵母、产阮假丝酵母

➤ 球拟酵母属

➤ 红酵母属

➤ 掷孢酵母属



## (一) 酵母菌属

### ◎ 酿酒酵母

界：真菌界(Fungi)

门：子囊菌门(Ascomycota)

纲：半子囊菌纲(Hemiascomycetes)

目：酵母目(Saccharomycetales)

科：酵母科(Saccharomycetaceae)

属：酵母属(Saccharomyces)

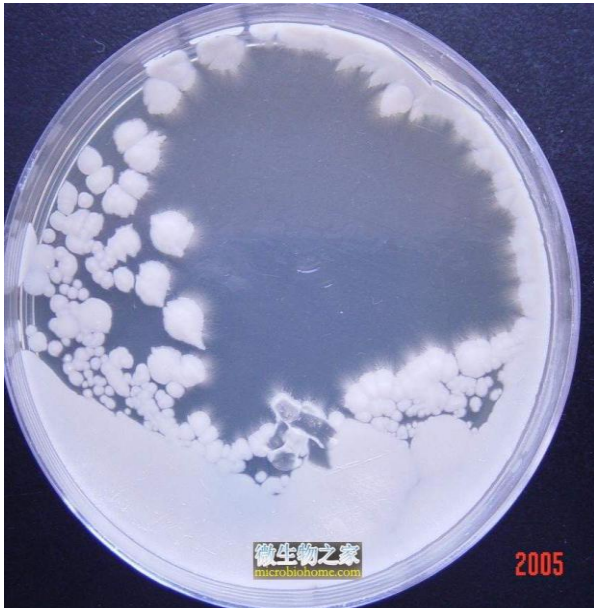
种：酿酒酵母 (S. cerevisiae)



酿酒酵母的扫描电镜照片

## (二) 假丝酵母属

- 热带假丝酵母：真菌界 半知菌亚门 芽孢菌纲 隐球酵母目 隐球酵母科  
念珠菌属 热带念珠菌
- 产朊假丝酵母
- 解脂假丝酵母



解脂假丝酵母



产朊假丝酵母



热带假丝酵母<sup>36</sup>

# 热带假丝酵母（条件致病）：

## 皮肤念珠菌病

- ◎ 指（趾）间糜烂
- ◎ 丘疹形念珠菌病
- ◎ 念珠菌性甲沟炎

## 粘膜念珠菌病

- ◎ 鹅口疮
- ◎ 生殖器念珠菌病：阴道炎

## 内脏念珠菌病



## ◆ *mold* (霉菌)

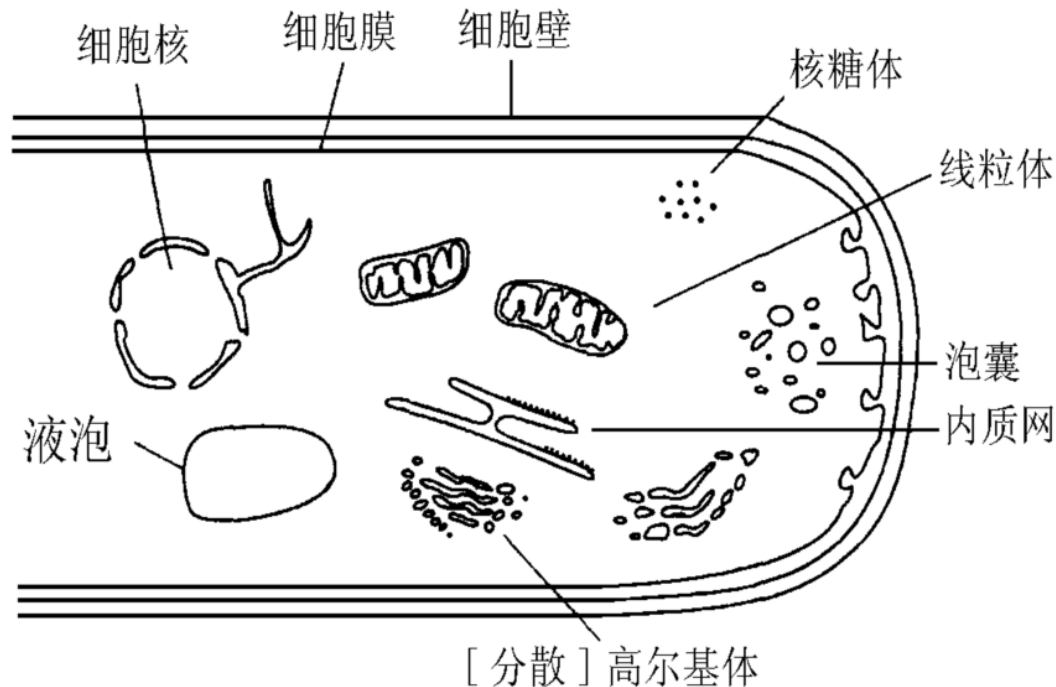


- 凡是在培养基上长成绒毛状、棉絮状或蜘蛛网状的菌丝体的真菌通称为霉菌。不是分类学名词。
- Is composed of **hypha** (菌丝)。Integrated masses of hyphae are called a **mycelium** (菌丝体)。
- 鞭毛菌纲、接合菌纲、子囊菌纲和半知菌类

# 1、Morphology and structure:

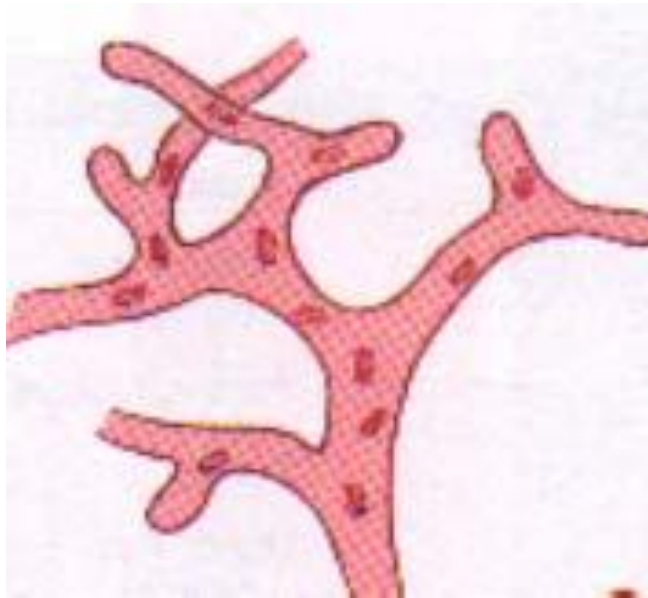
Each hypha(菌丝) is about 5-10  $\mu\text{m}$  wide

**CW**: 几丁质组成, 少数低等水生有纤维素, 可用**蜗牛消化酶**或**纤维素酶**去CW获得原生质体

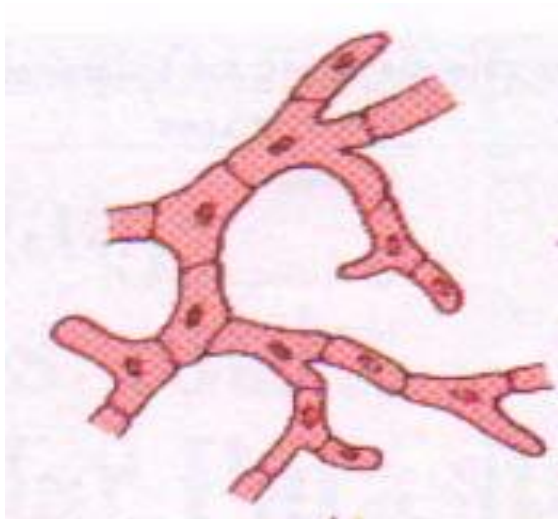


真菌菌丝结构

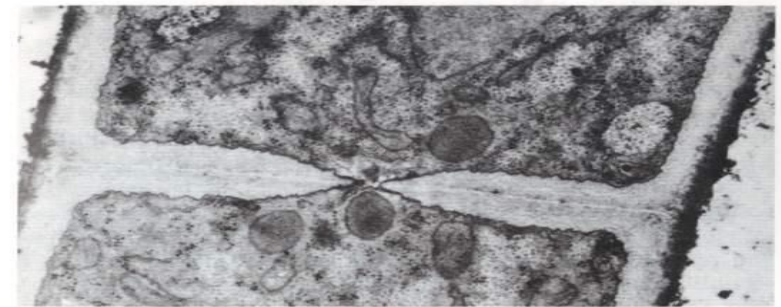
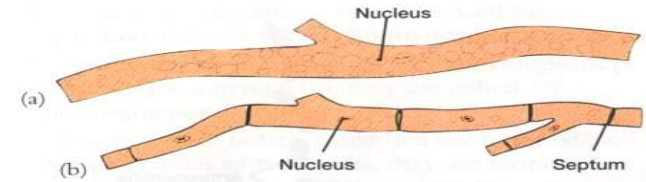




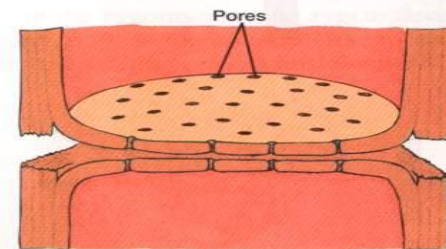
## Nonseptate (无隔膜菌丝)



## Septate (有隔膜菌丝)



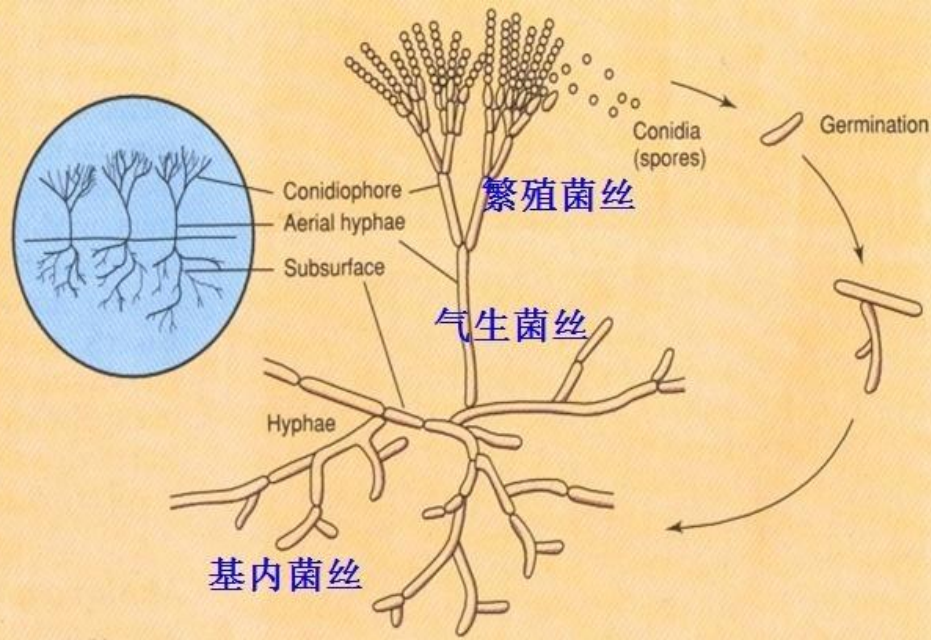
(c)



(d)

**Figure 25.5 Hyphae.** Drawings of (a) coenocytic hyphae and (b) hyphae divided into cells by septa. (c) Electron micrograph ( $\times 40,000$ ) of a section of *Drechslera sorokiniana* showing wall differentiation and a single pore. (d) Drawing of a multiperforate septal wall structure.

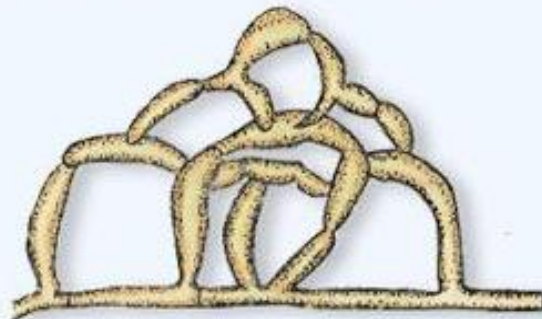
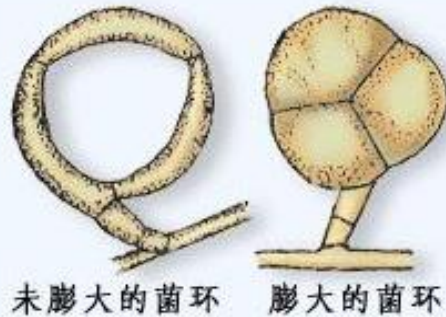




## 2、特化的营养菌丝

- 捕虫菌目（Zoopagales）菌环 菌网

### 菌环和菌网



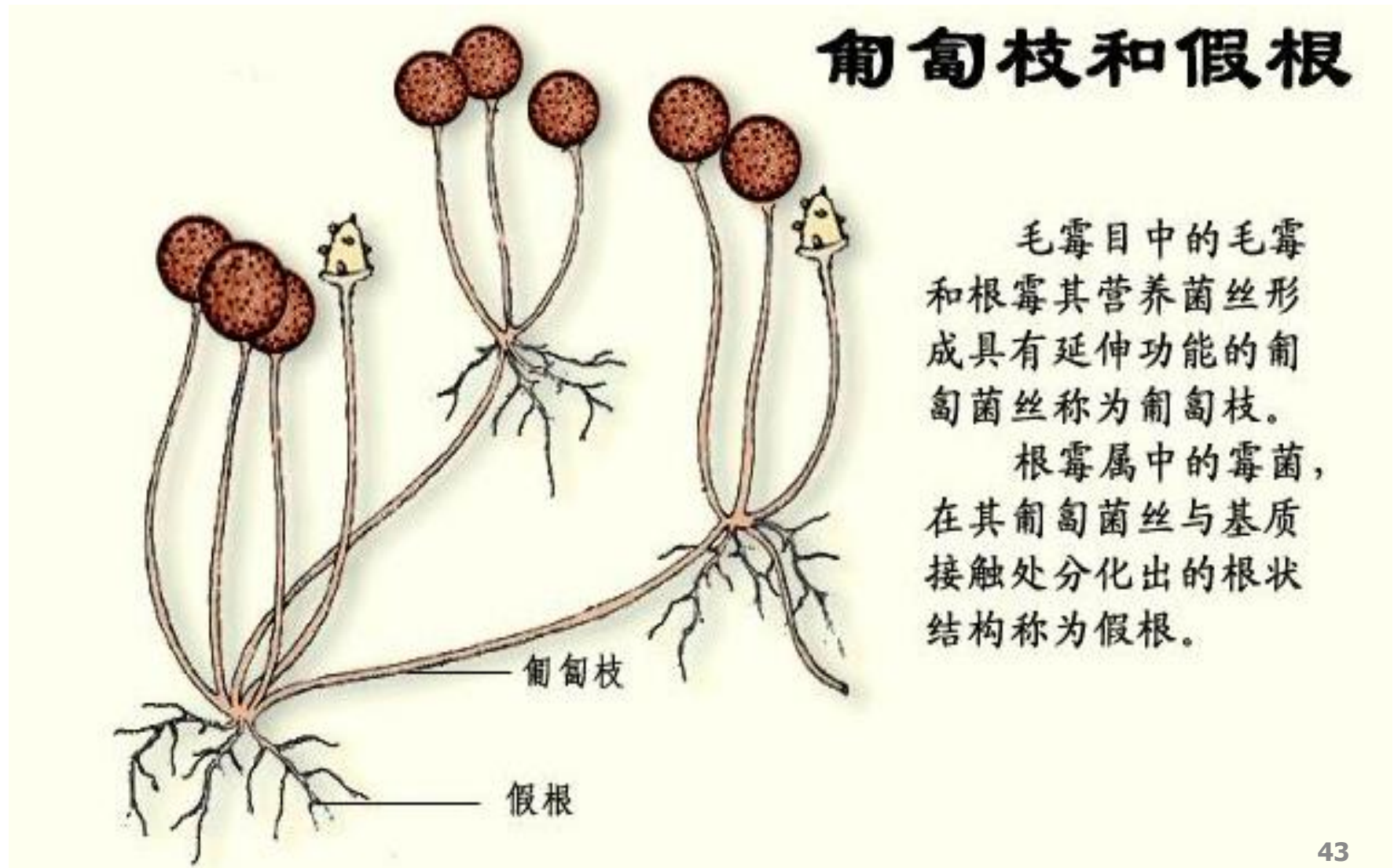
菌网



捕虫真菌由菌丝分枝形成圈环结构，用于捕捉线虫。

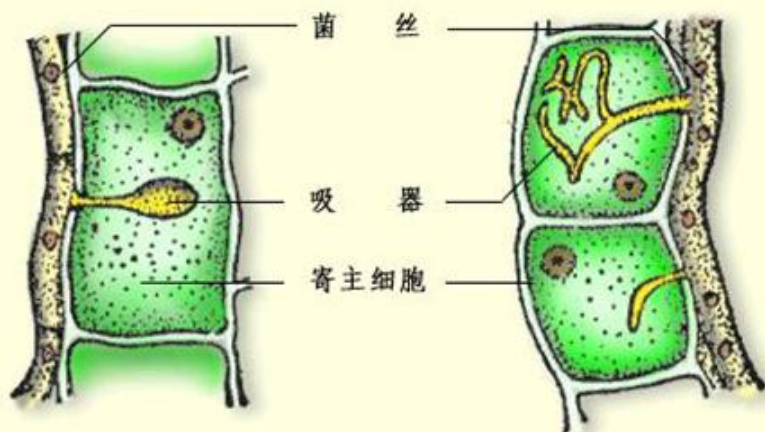
由菌环构成的网状组织叫做菌网。

## ●Rhizoid（假根） and stolons（匍匐枝）



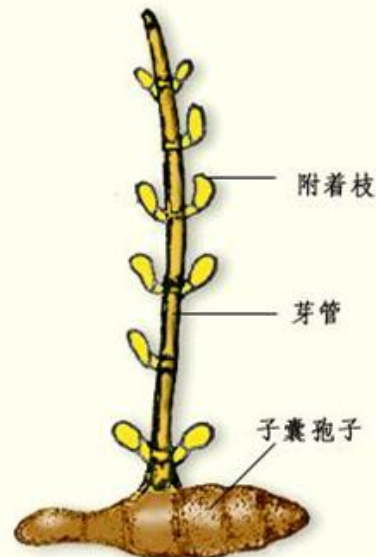


# 吸器



专性寄生真菌（如锈菌）从菌丝产生出的旁枝，侵入寄主细胞内分化成指状、球状。

# 附着枝



由菌丝细胞生出1~2个细胞的短枝，附着于寄主细胞上。

秃壳负属萌发的子囊孢子

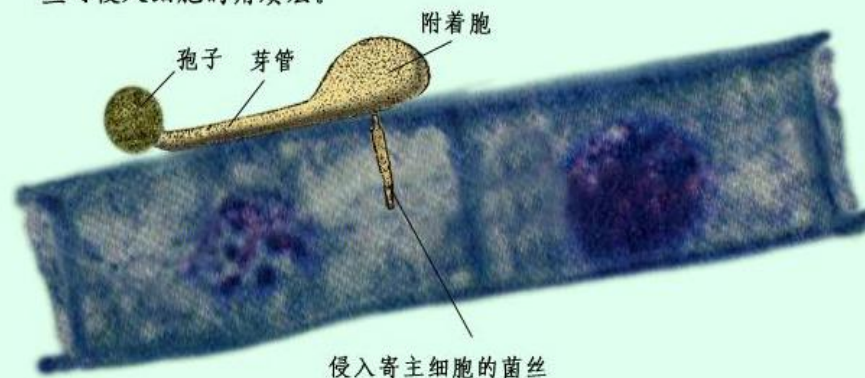
# 菌核



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。

# 附着胞

许多植物寄生真菌的孢子萌发后，由芽管膨大而成的附着胞，以黏状物附着在寄主的表面，附着胞上形成的针状物感染菌丝可侵入细胞的角质层。



### 3、特化的气生菌丝

#### ■ 结构简单

-无性繁殖（分生孢子头、孢子囊）

-有性繁殖（担子）

#### ■ 结构复杂

-无性繁殖（分生孢子座、分生孢子盘）

-有性繁殖（子囊果）



## 4、colony（菌落）

### ■ 液体

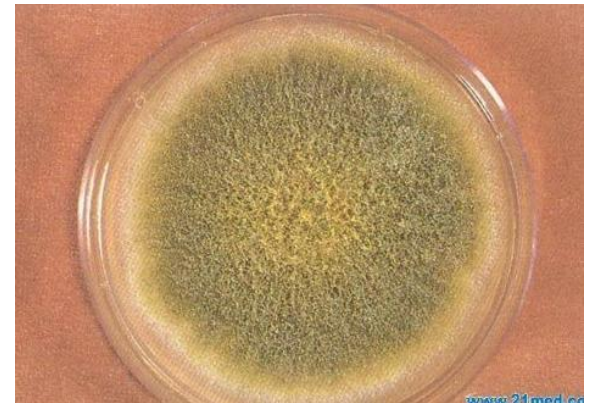
静止，菌膜；振荡-菌丝球或絮状

### ■ 固体

大、疏松、干燥、不透明、绒毛状、絮状或网状，菌体沿培养基表面延伸，孢子色素不同，菌落呈多种颜色。



黑曲霉



黄曲霉



## 5、Reproduction



➤ **Asexual spores** are formed by the aerial mycelium (气生菌丝)

# (1) Asexual spore (无性孢子)

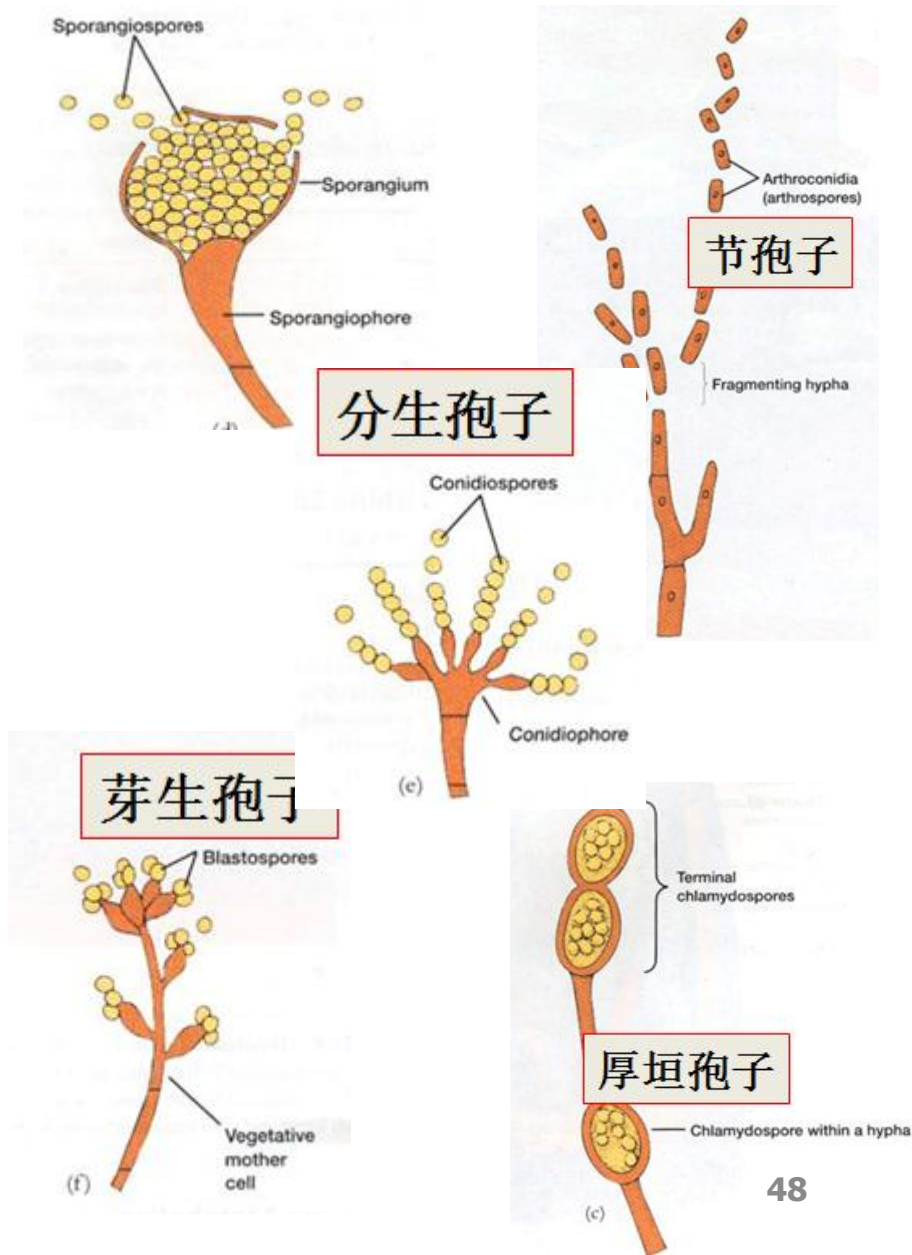
• **Conidiospores (分生孢子)** : 曲霉, 青霉

• **Sporangiospores (孢囊孢子)** : 根霉, 毛霉

• **Arthrospores or Oidia (节孢子)** : 白地霉

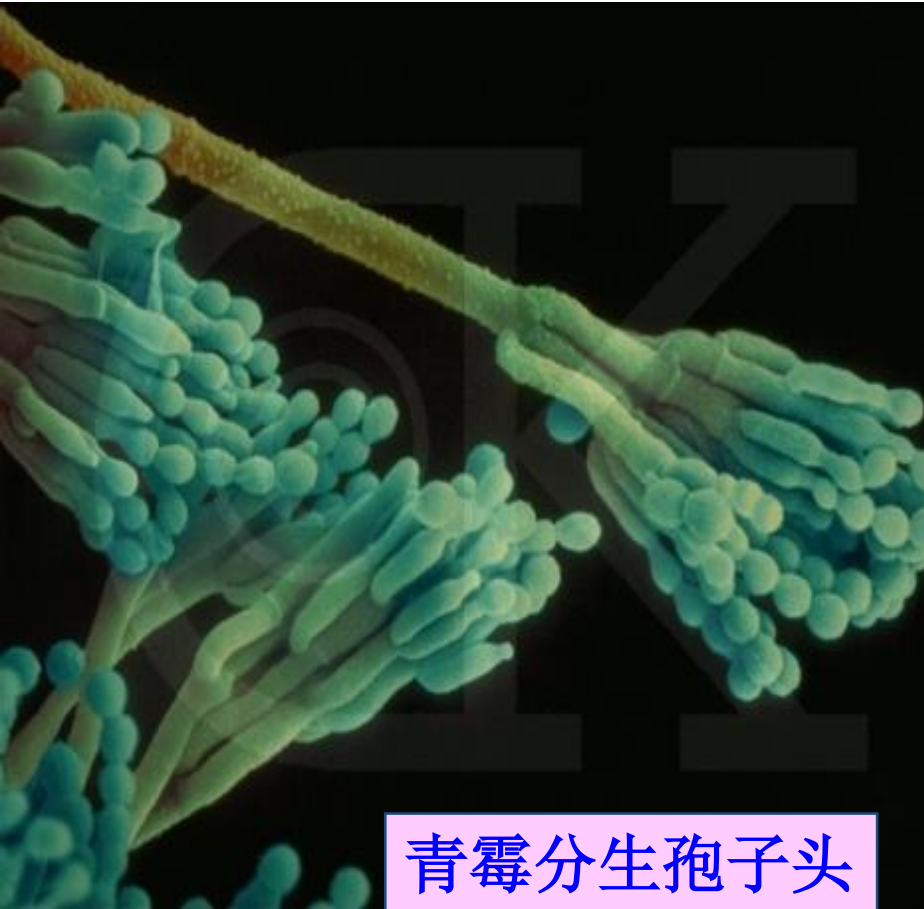
• **Chlamydospores (厚垣孢子)** : 总状毛霉

• **Blastospores (芽生孢子)** : 黑粉菌



# Conidiospores (分生孢子)

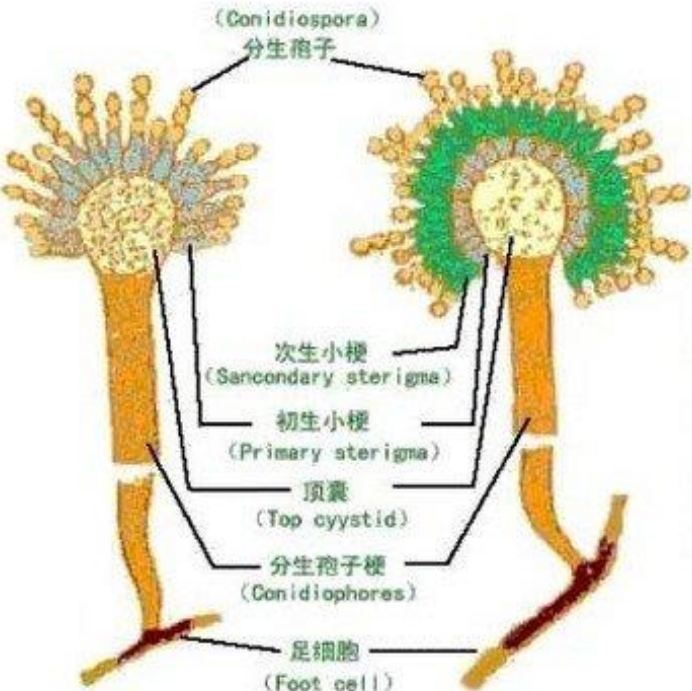
分生孢子梗**顶端细胞**特化而成的单个或簇生的孢子



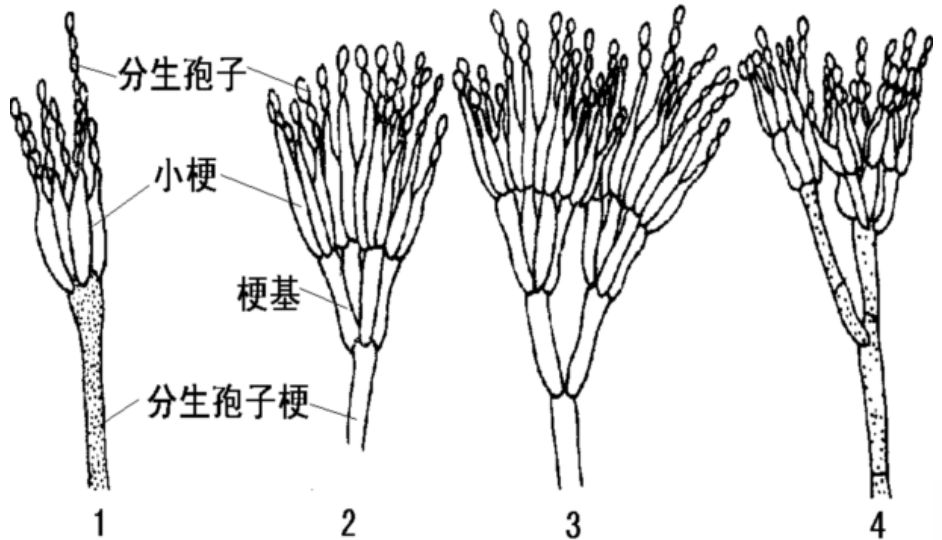
青霉分生孢子头



曲霉分生孢子头



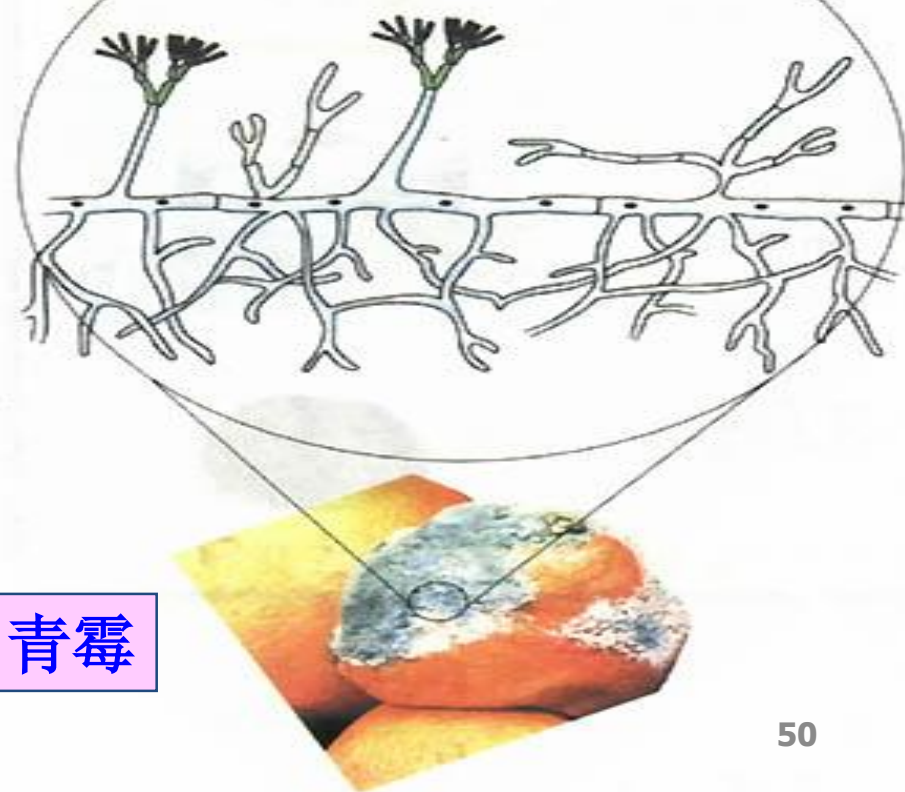
曲霉分生孢子



单轮型、对称二轮、多轮生、非对称型



曲霉



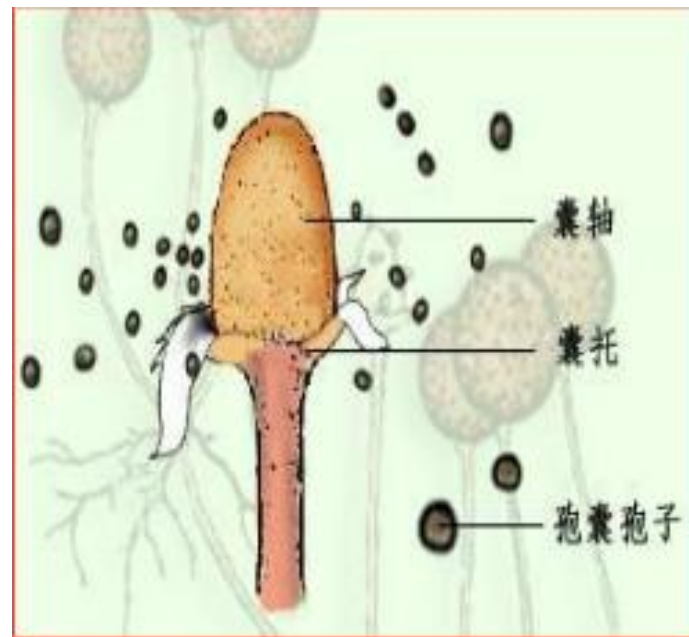
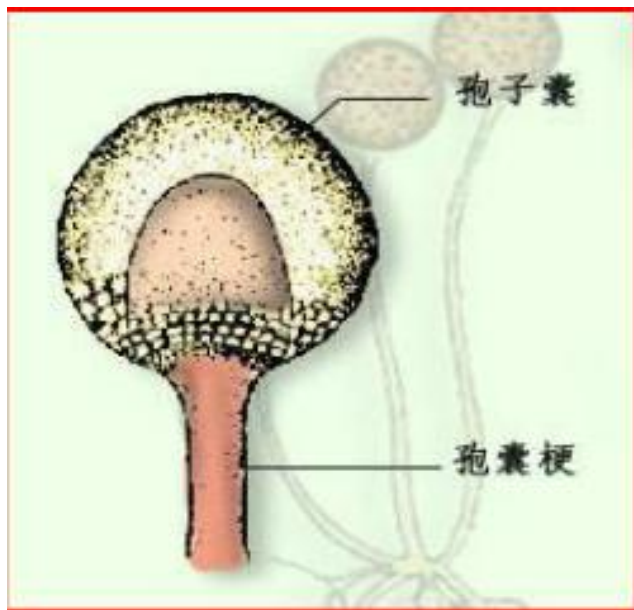
青霉



## 孢囊孢子 (sporangiospore)

形成于菌丝的特化结构——孢子囊内，近圆形。

如：根霉或毛霉



## 节孢子（Arthrospores）

菌丝断裂而成，成串短柱状，如：白地霉

## 厚垣孢子（Chlamydospores）

菌丝细胞质浓缩、变圆，周围生出厚壁，圆形或柱形。如：总状毛霉





## **(2) sexual spore (有性孢子)**

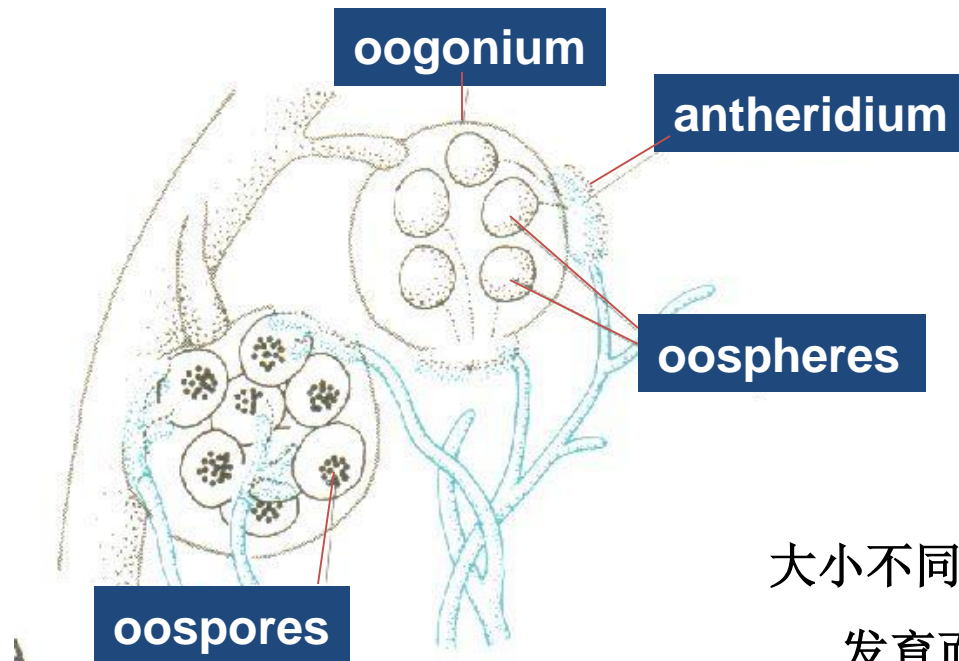
- **Oospores (卵孢子)**
- **Zygospores (接合孢子)**
- **Ascospores (子囊孢子)**
- **Basidiospores (担孢子)**

- 质配：两个性细胞 ( $n$ ) 结合形成合子 ( $2n$ )
- 核配：产生  $2n$  的核
- 减数分裂：产生 4 个  $n$  的孢子

# Oospores (卵孢子) :

- a special female structure-**oogonium**(藏卵器)-**oospheres** (卵球).
- an **antheridium** (雄器) -male gametes (雄配子)
- 两者结合产生oospores.

Oospores  
formation



大小不同的配子囊结合  
发育而成

## Zygospores (接合孢子)

- 菌丝生出的结构、大小相似、形态相同的两个配子囊结合发育而成。

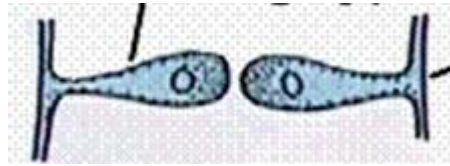
- 同宗配合 (hemothallism)

同一菌丝的分支相互接触而形成

- 异宗配合 (heterothallism)

不同菌系菌丝相遇而形成，可用“+”“-”

接合孢子萌发



形成原配子囊



形成配子囊



形成接合孢子囊

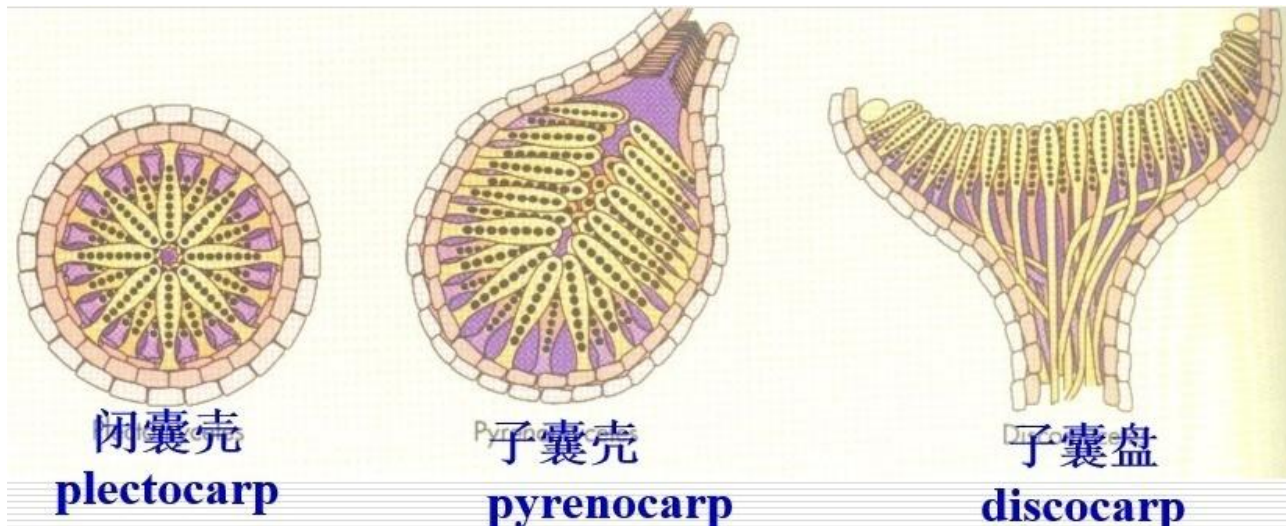


接合孢子

Zygospores (接合孢子) 产生过程

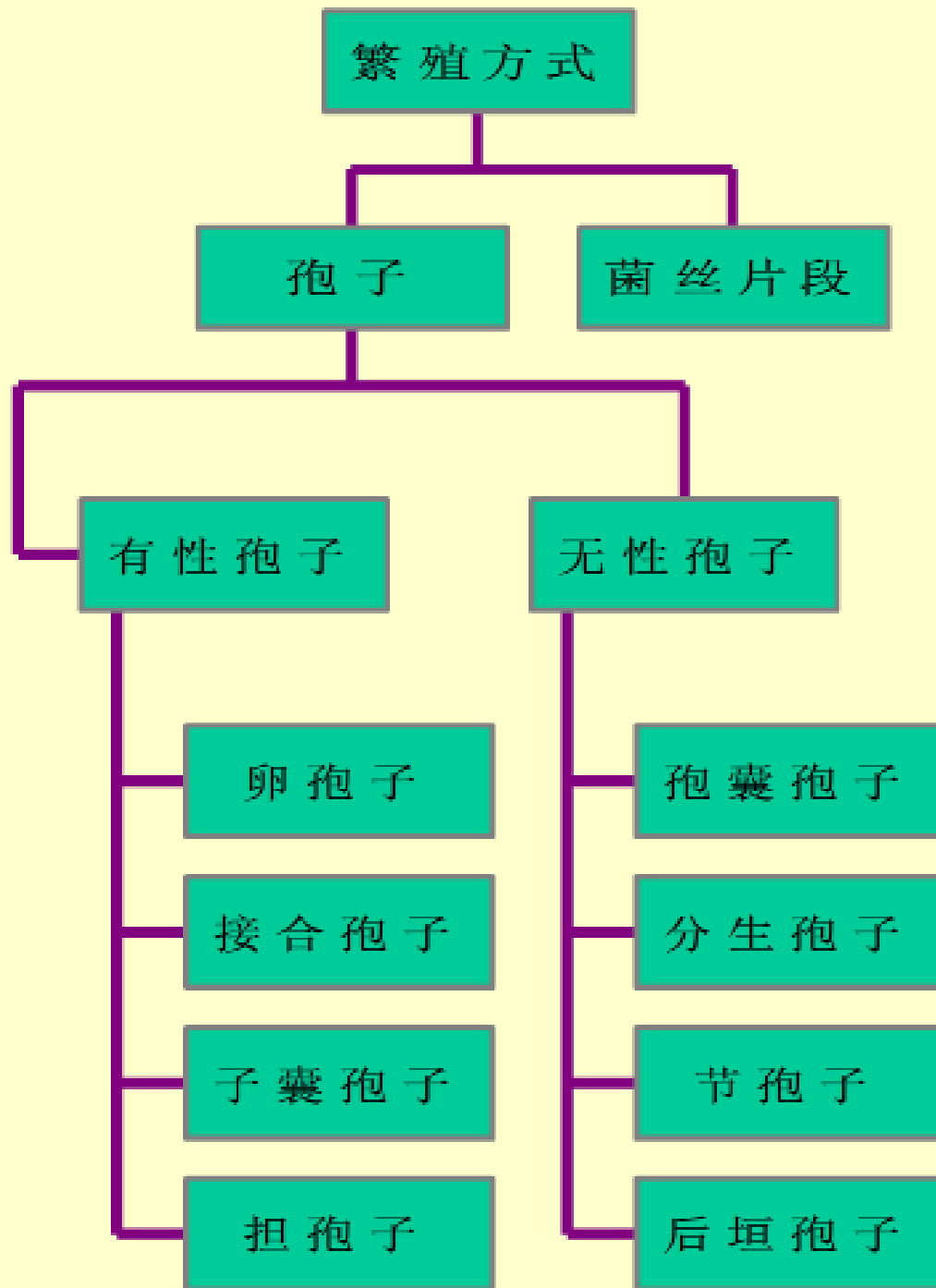
# Ascospores (子囊孢子)

- 两性细胞接触后形成的囊状结构为子囊。
- 简单：两个营养细胞直接交配而成，无菌丝包裹
- 复杂：从产囊体菌丝产生子囊，多个子囊外被菌丝包围形成子实体，为子囊果。





# 霉菌的繁殖方式



## 6、代表菌

### ■ 毛霉 (*mucor*)

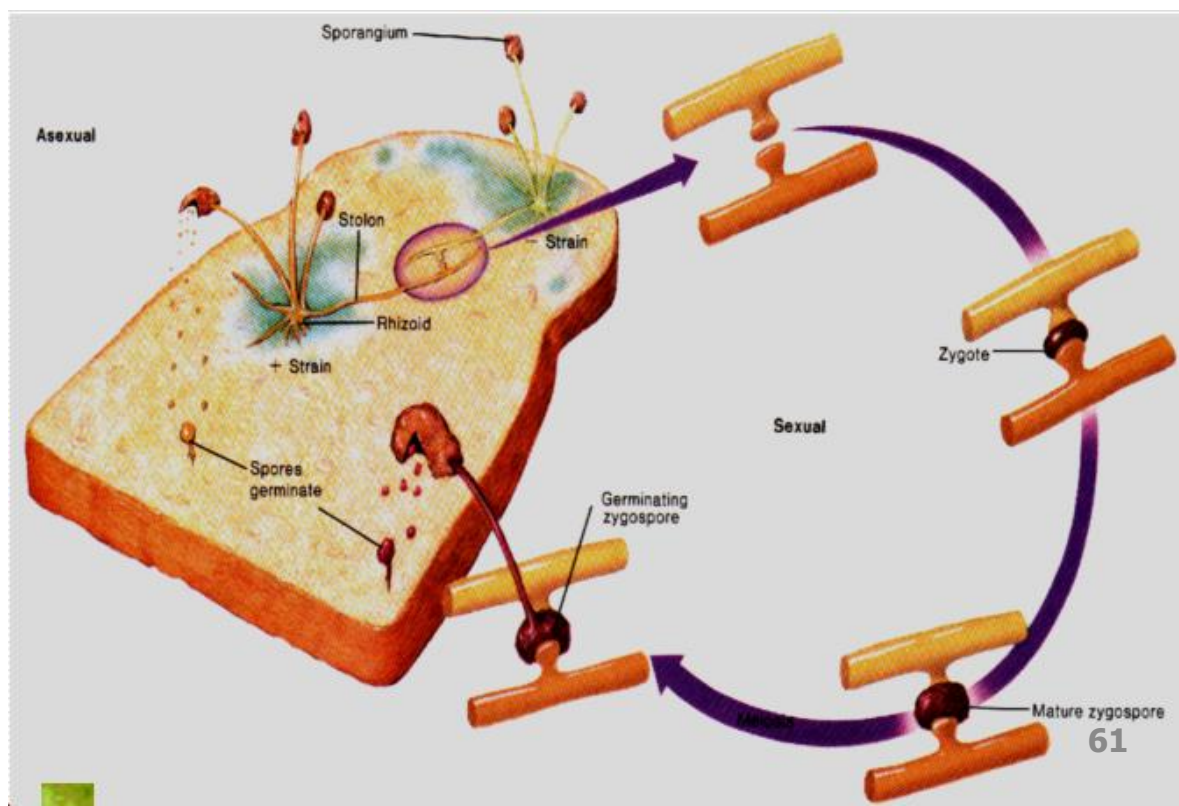
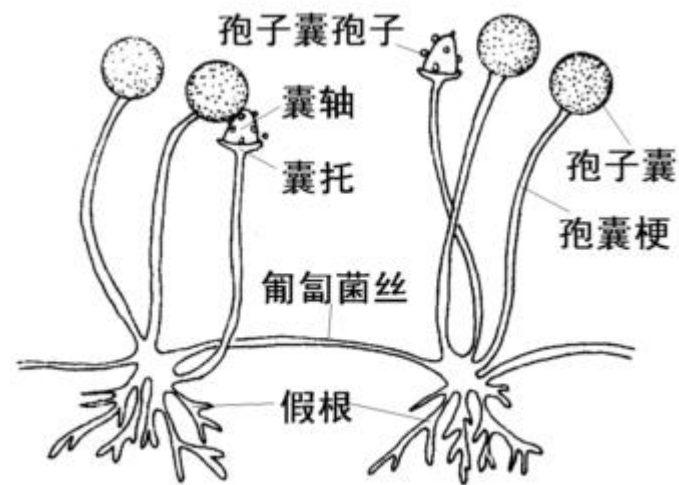
- 接合菌纲
- 转化甾族化合物
- 分解蛋白质能力强，腐乳、豆豉
- 糖化能力强，酒精、有机酸
- 生产酶制剂



1.单轴式孢囊梗； 2.假轴式孢囊梗； 3.孢子囊结构

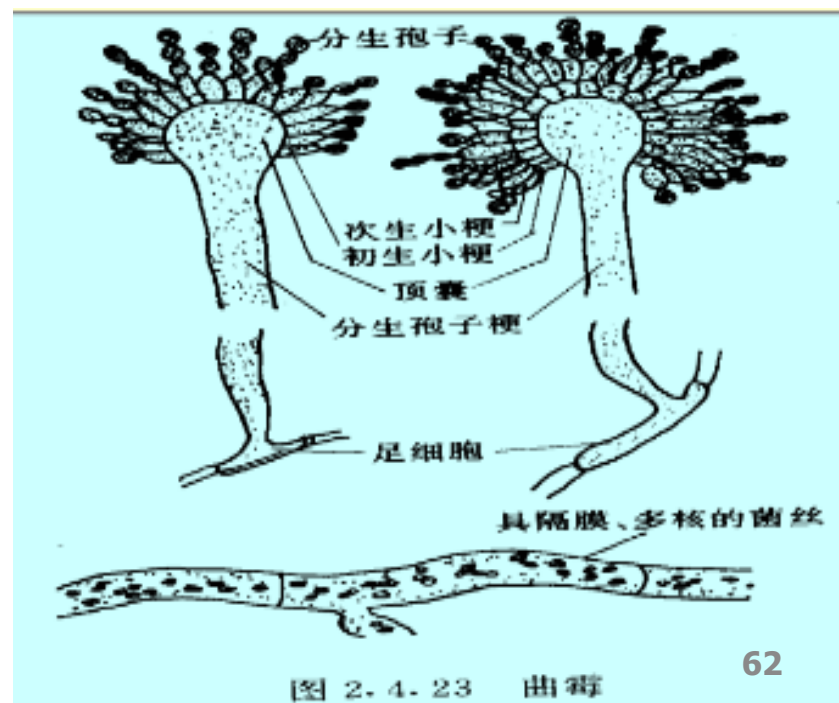
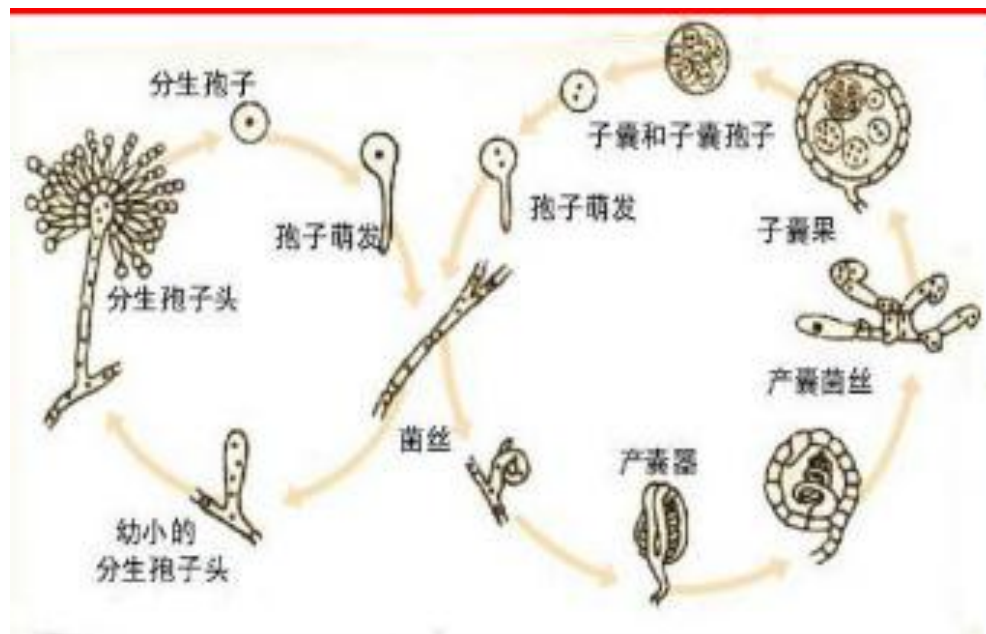
# ■ 根霉 (rhizopus)

- 接合菌纲
- 糖化酶菌种
- 转化甾族化合物的生产菌
- 发酵饲料



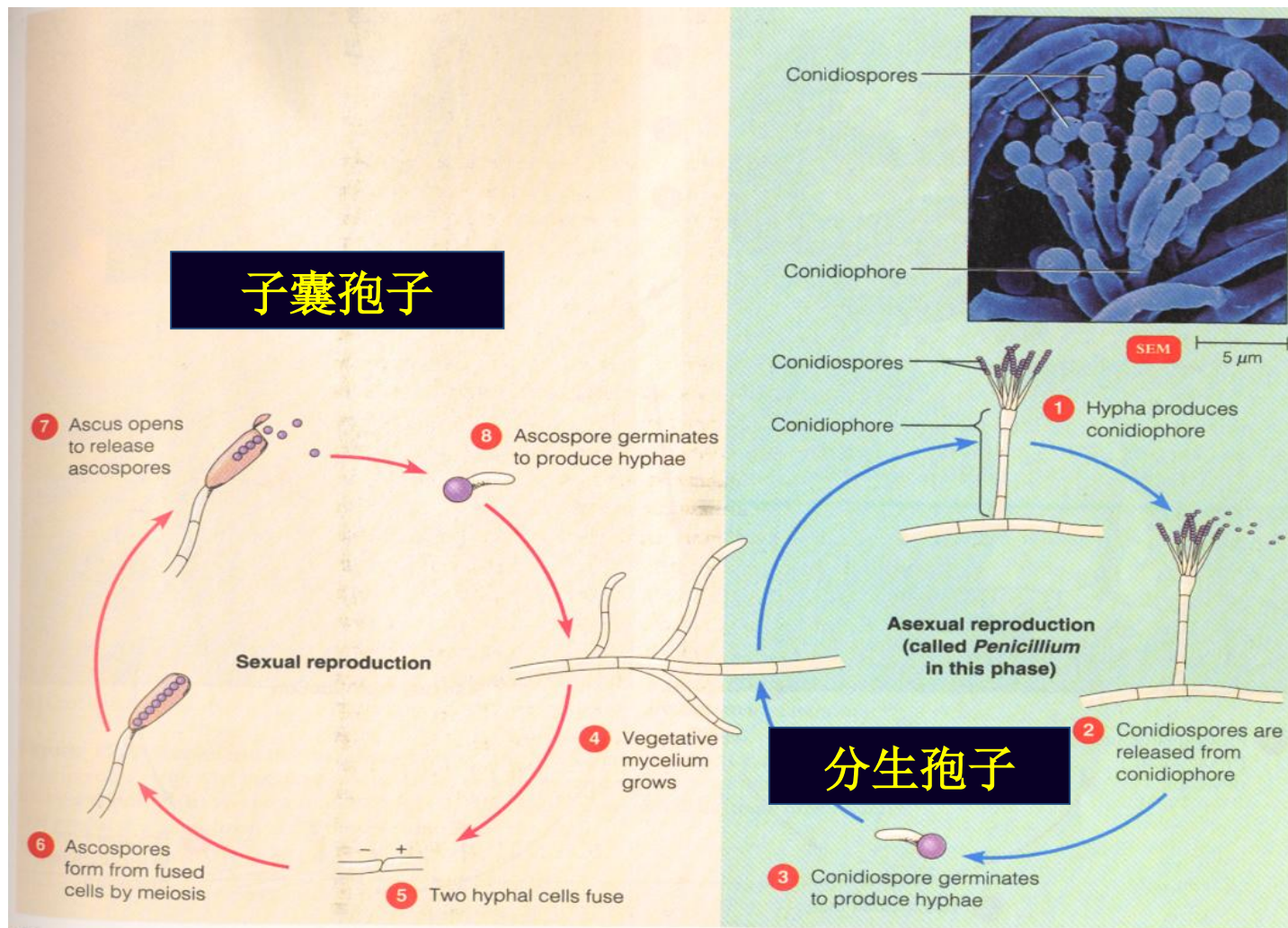
## ■ 曲霉

- 食用色素
- 酱、醋
- 有机酸、酶制剂
- 黄曲霉毒素





# ■ 正青霉



**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.

1. 酵母菌的细胞壁结构。
2. 酵母菌的繁殖方式有哪些？生活史有哪些？
3. 霉菌的繁殖方式有哪些？
4. 什么叫假菌丝？
5. 霉菌菌丝可分化成哪些特殊构造？并简要说明其功能。
6. 请图示青霉和曲霉分生孢子结构，并指出两者之间的区别。