

Chapter IV

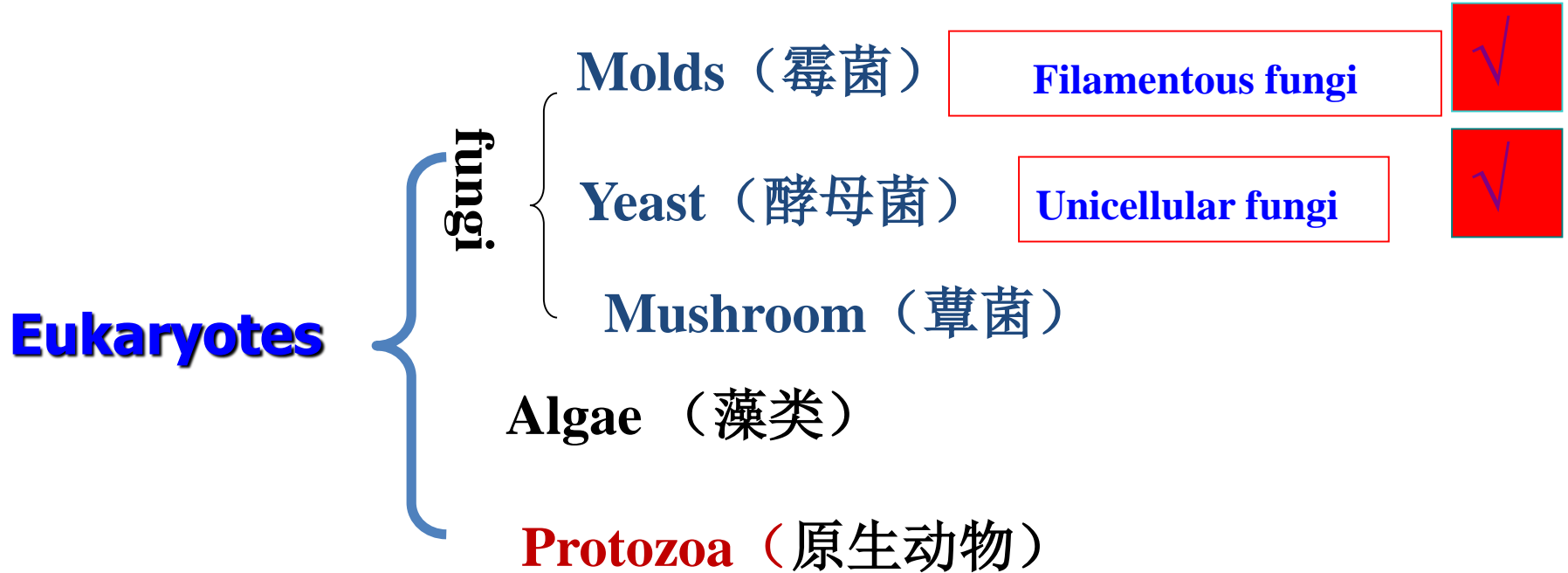
Eukaryotic Cell Structure and Function

张梦杰 生命学院

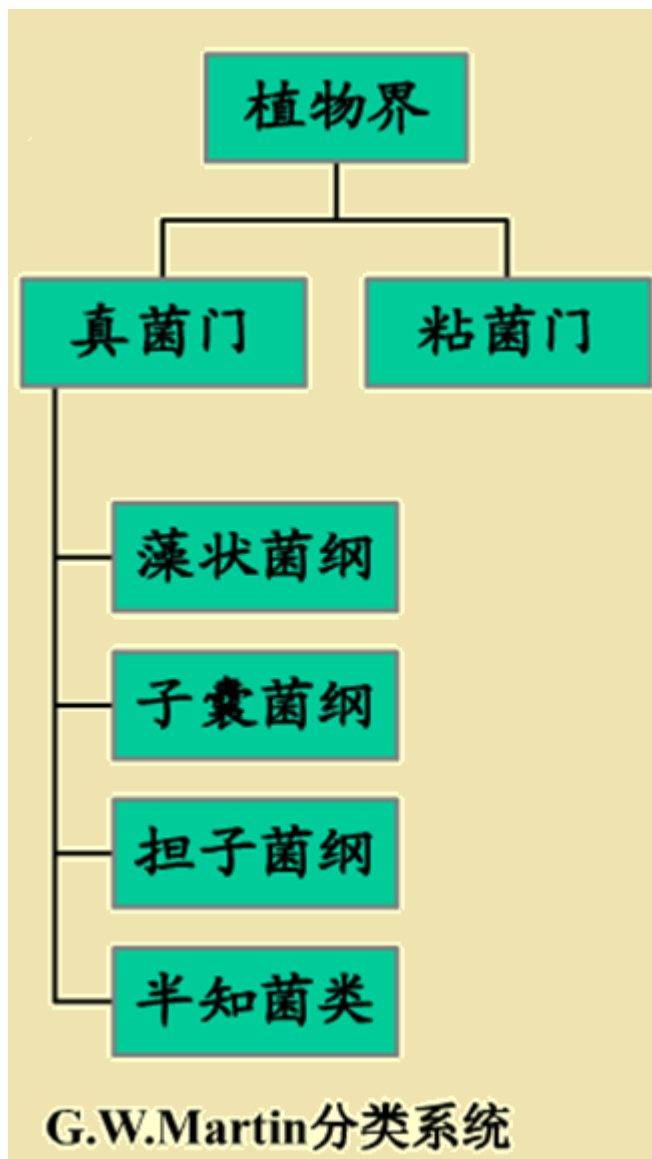
98061@tongji.edu.cn

Introduction

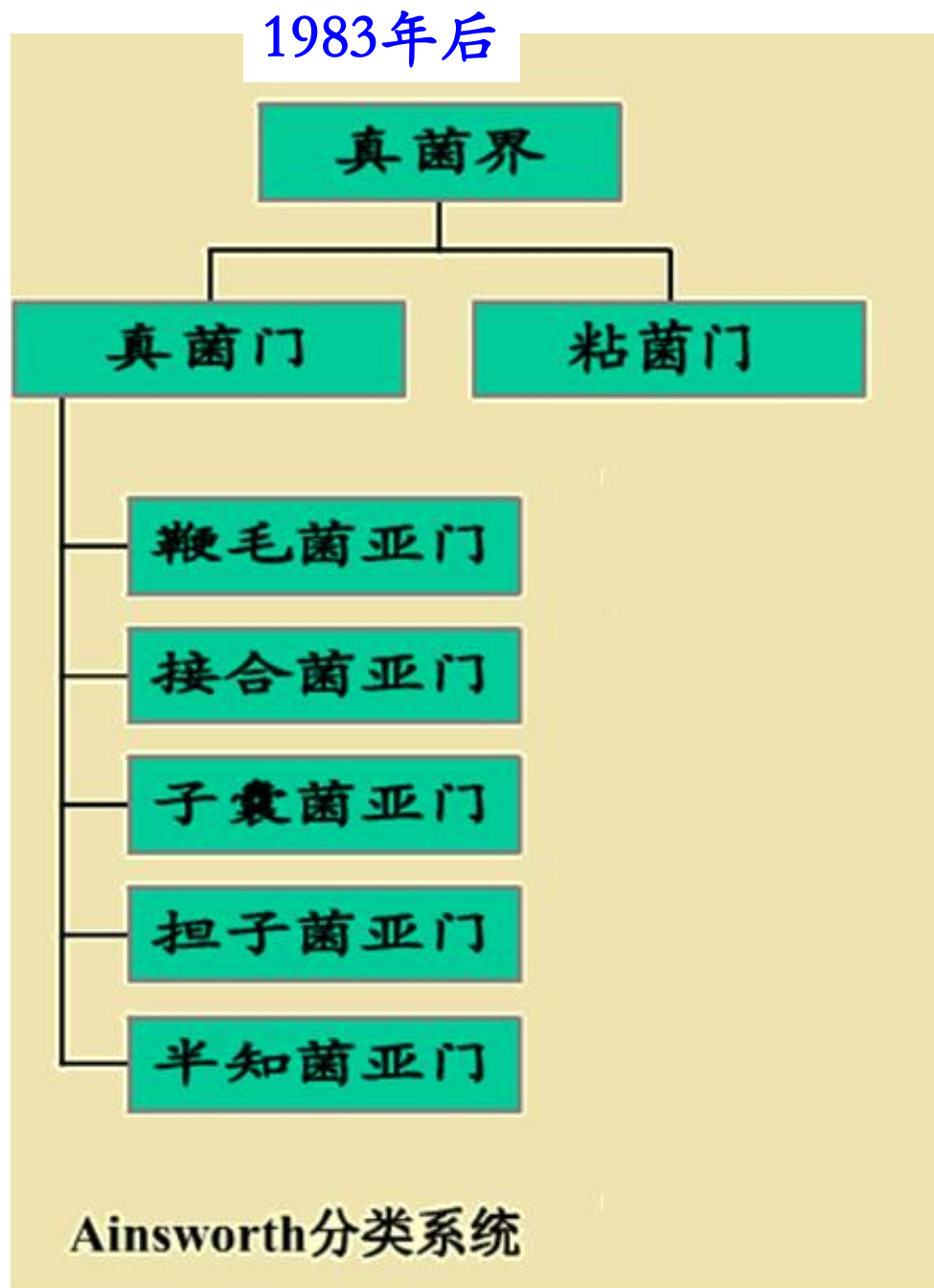
凡是细胞核具有核膜、能进行有丝分裂、细胞质中存在线粒体或同时存在叶绿体等细胞器的微小生物，都称为真核微生物。



- **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

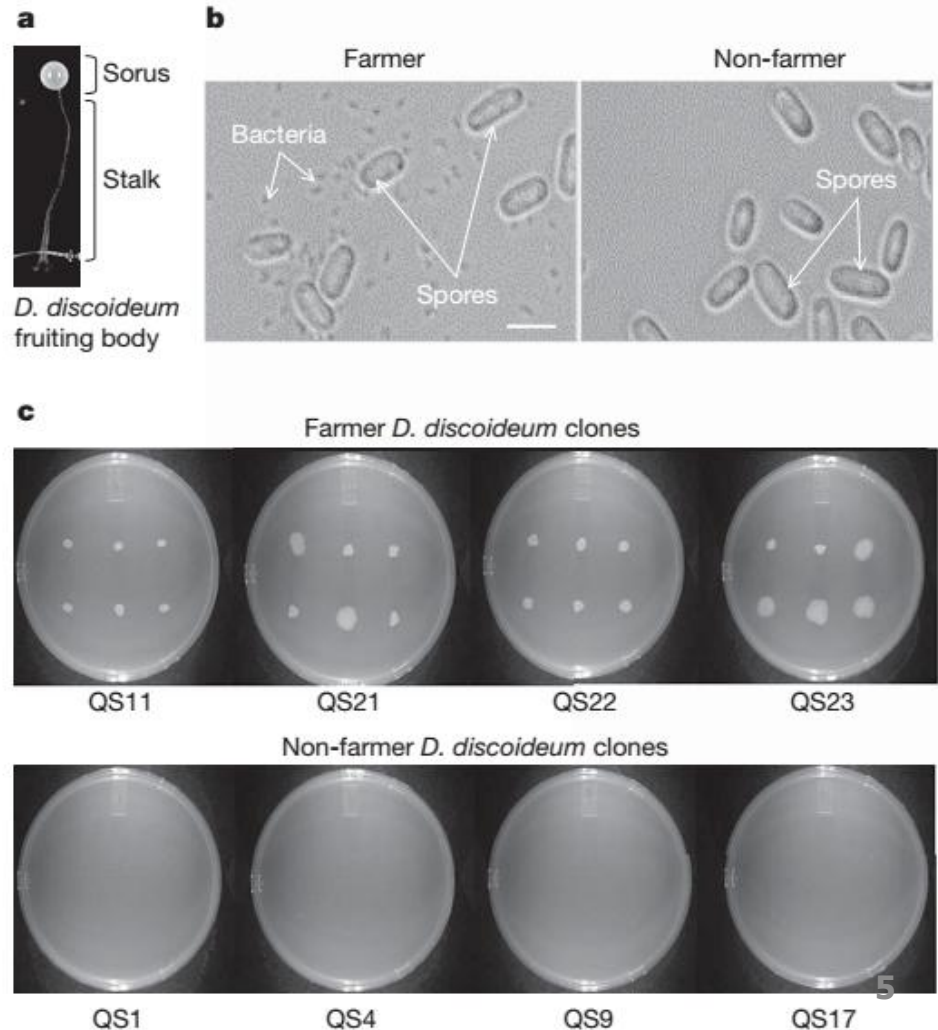
Primitive agriculture in a social amoeba

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

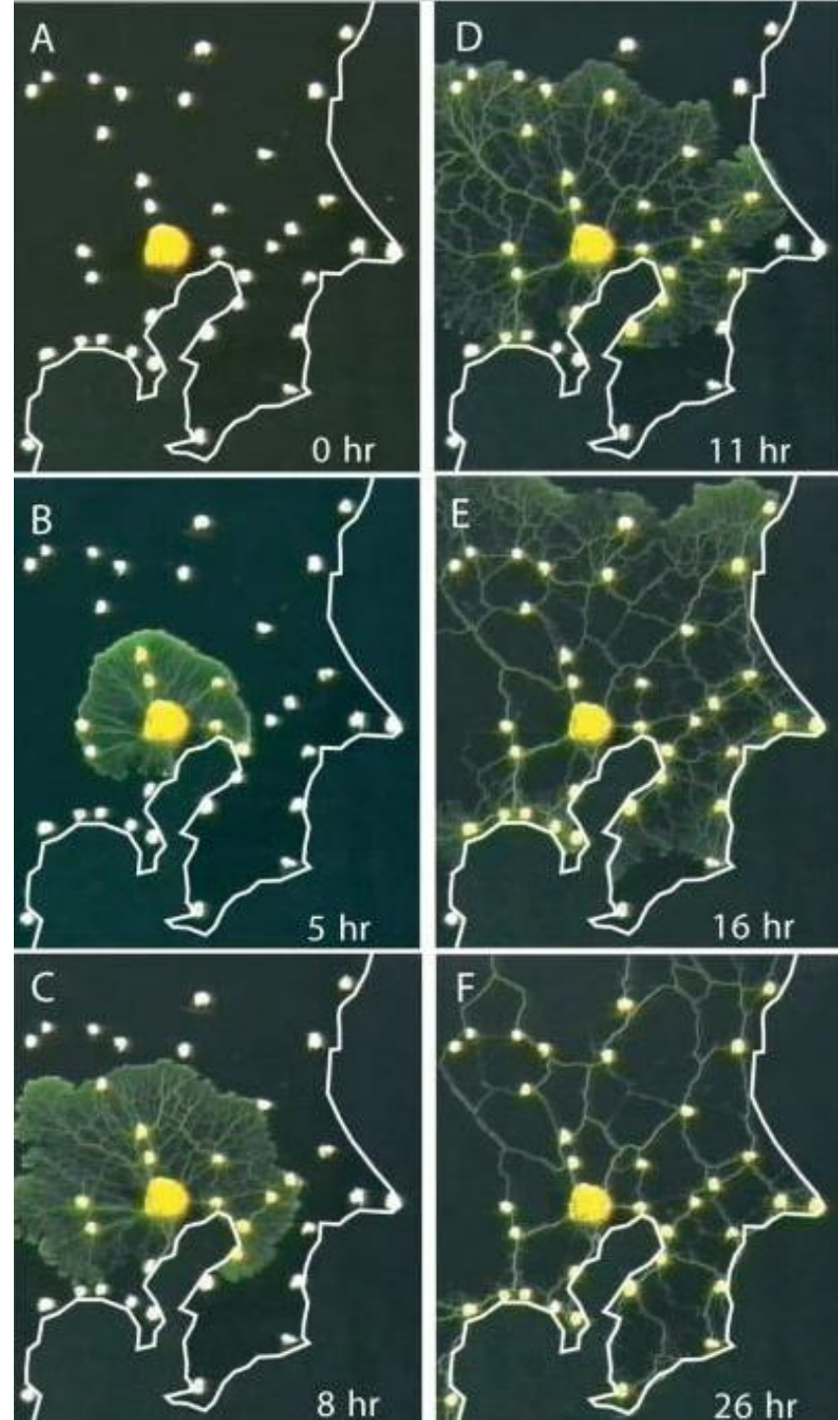
Received 28 April 2010 | Accepted 12 November 2010 | Published



多头绒泡菌

- 强大的计算和移动能力

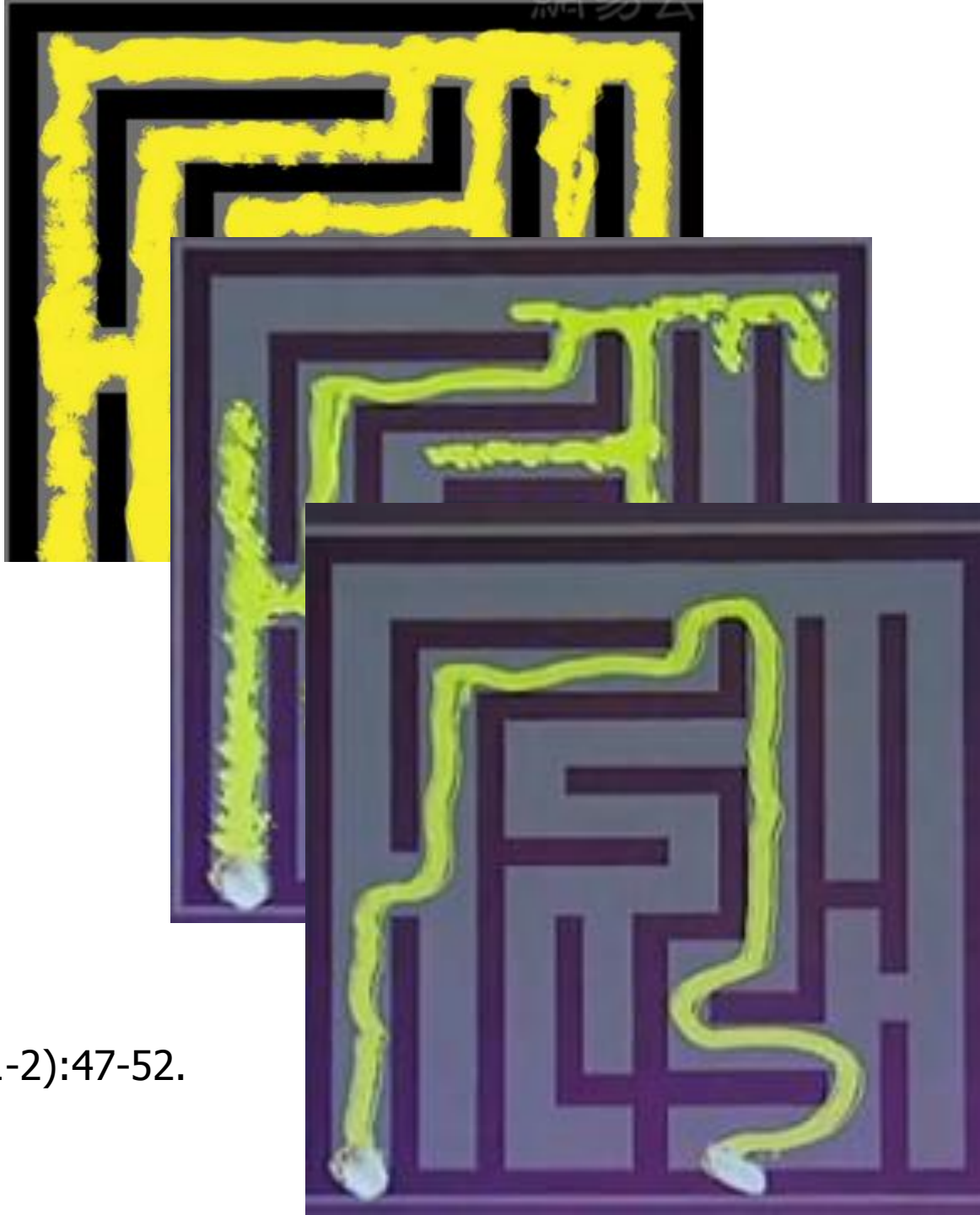
「利用黏菌来确定最佳的铁路线路」2010年度的「搞笑诺贝尔-运输规划奖」。



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：

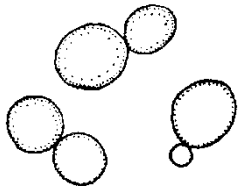
- 单细胞
- 芽殖或裂殖
- 发酵糖类产能
- CW含有甘露聚糖
- 含糖量高、偏酸性环境



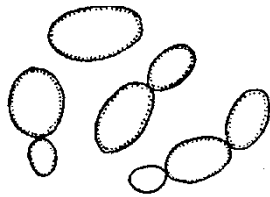
图2—1 酵母细胞结构模式

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。



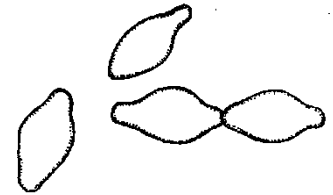
圆形



卵圆形



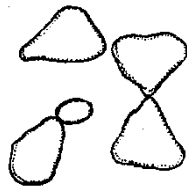
圆筒形



柠檬形



椭圆形



三角形



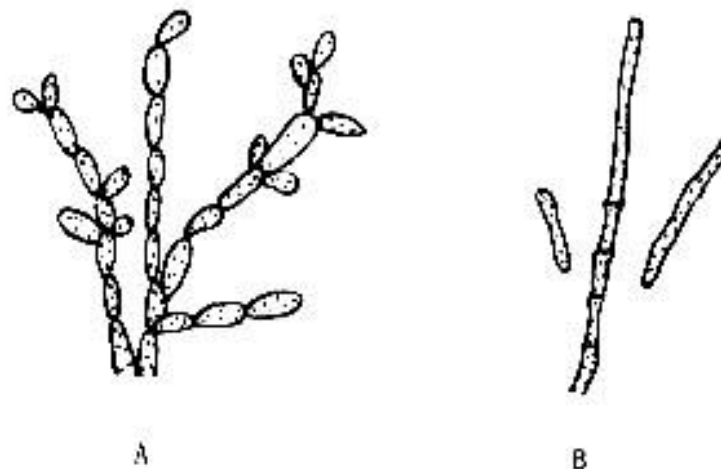
瓶子形



香肠形

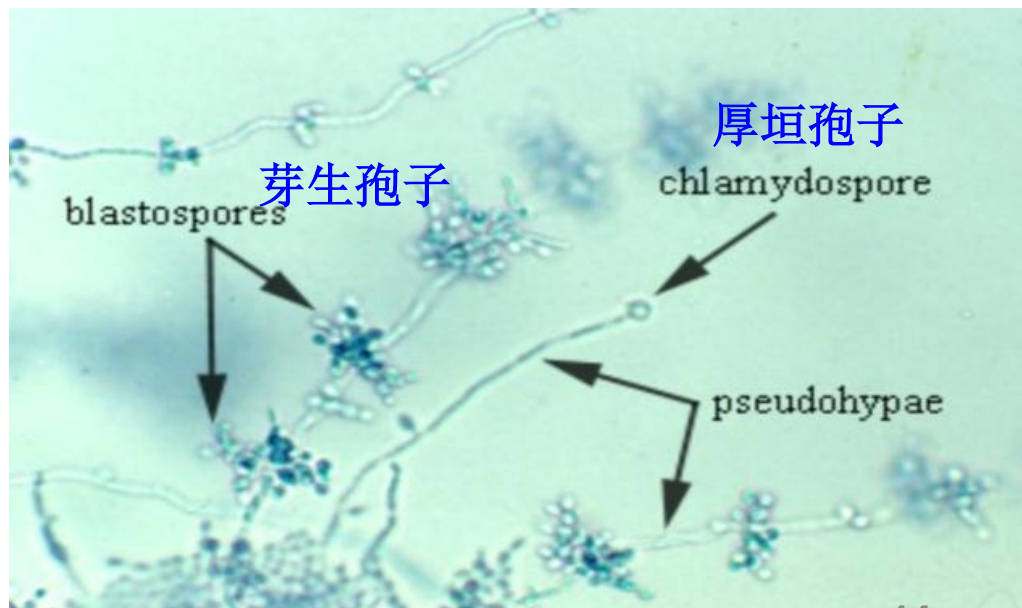
假菌丝

◎ 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

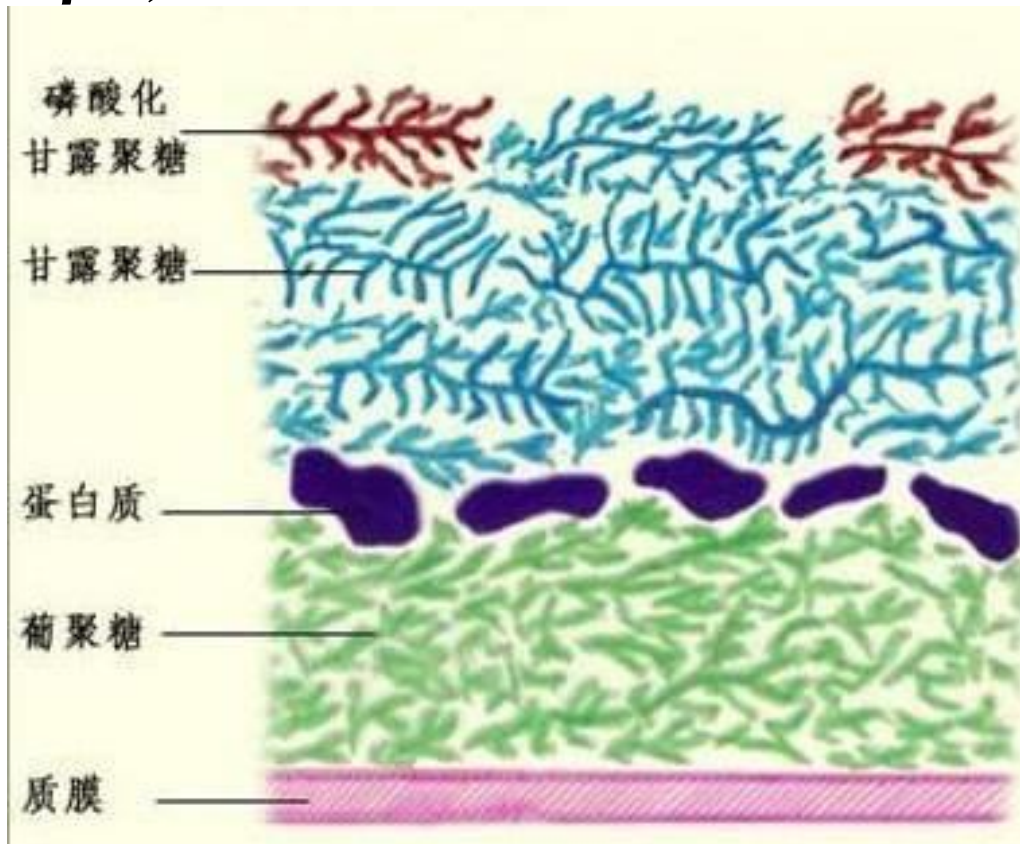
A. 藕节状假菌丝； B. 竹节状假菌丝



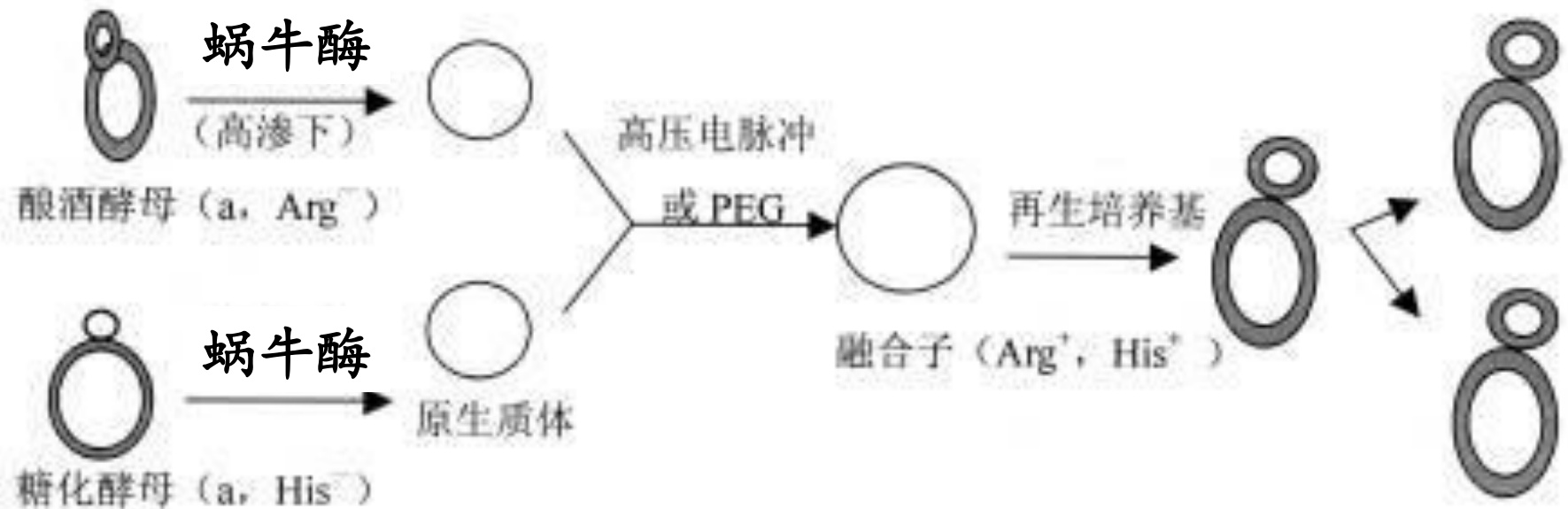
白假丝酵母

(1) CW

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

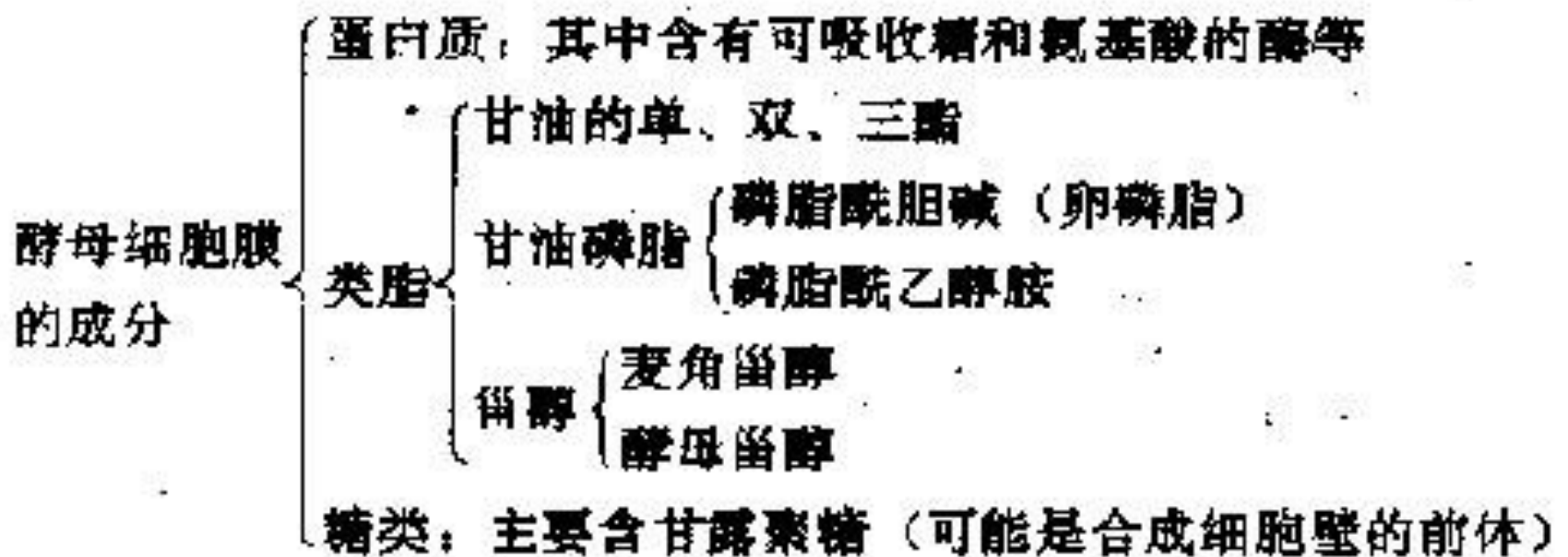


酵母菌原生质体制备



(2) CM

含丰富麦角甾醇 $\xrightarrow{\text{UV}}$ VD₂



(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

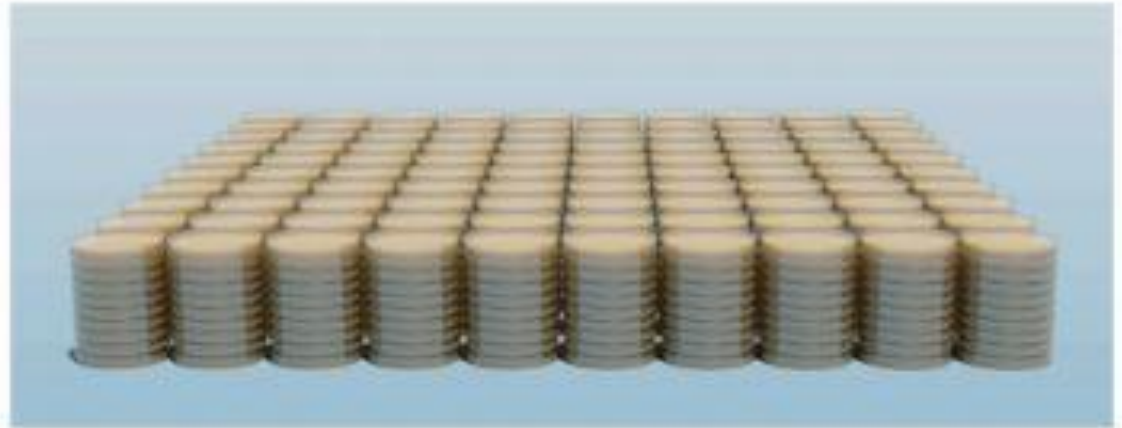
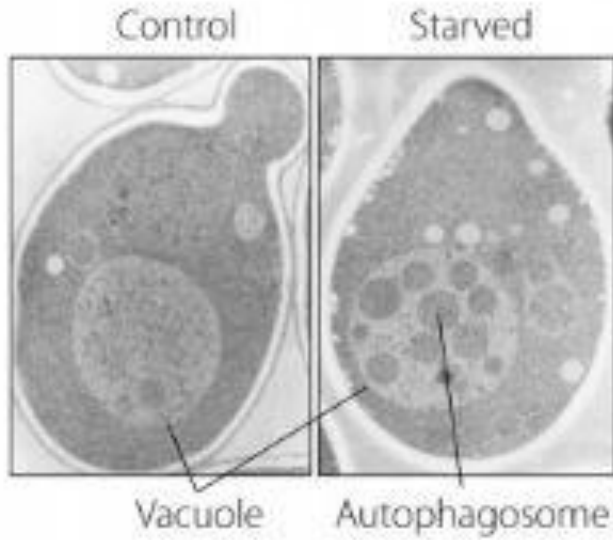
液泡：单层膜包围的泡状结构

- 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 μ m质粒：1967年酿酒酵母中发现，作用未知，cccDNA，外源DNA载体

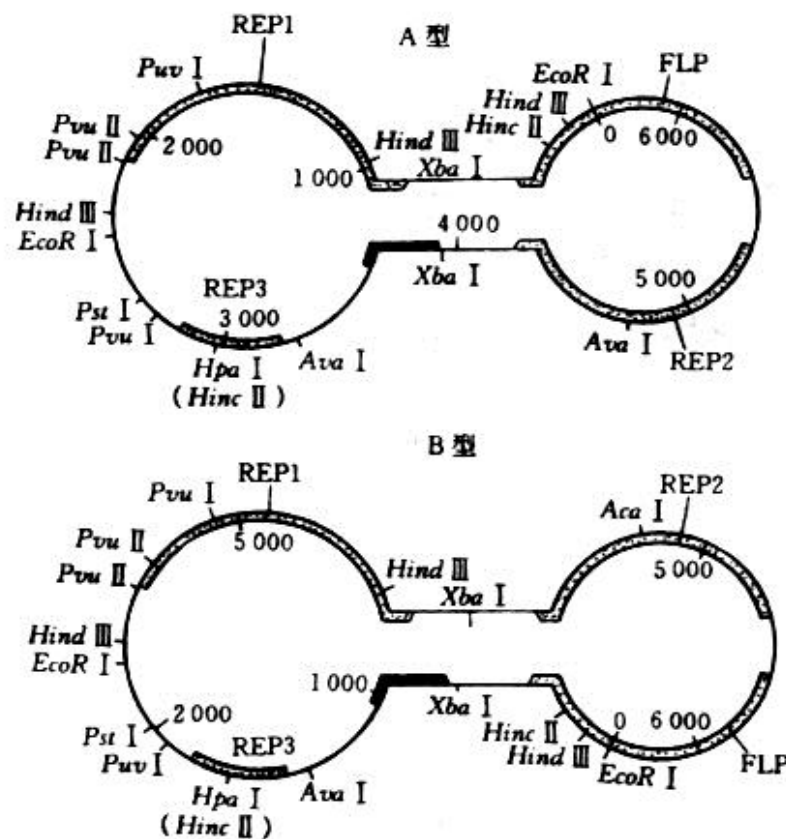
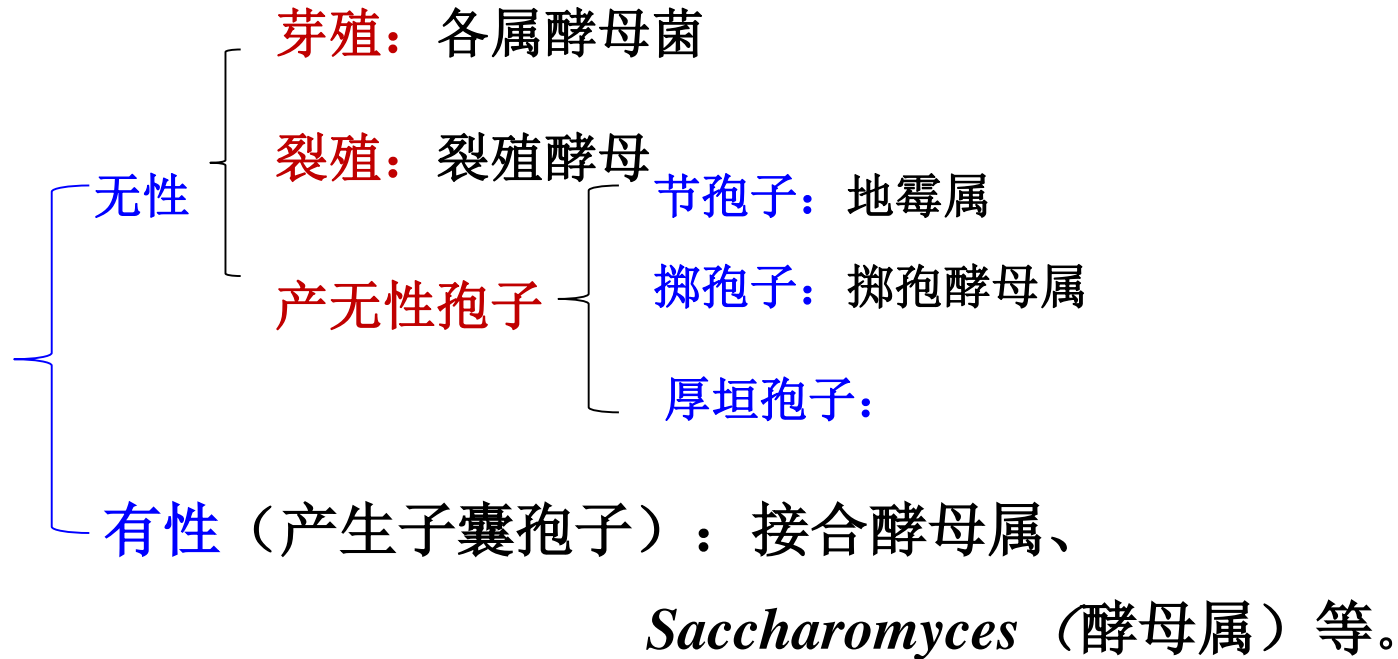


图 8-31 酵母 2 μ m 质粒的结构和限制性图谱

A 和 B 是两种构型的 2 μ 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



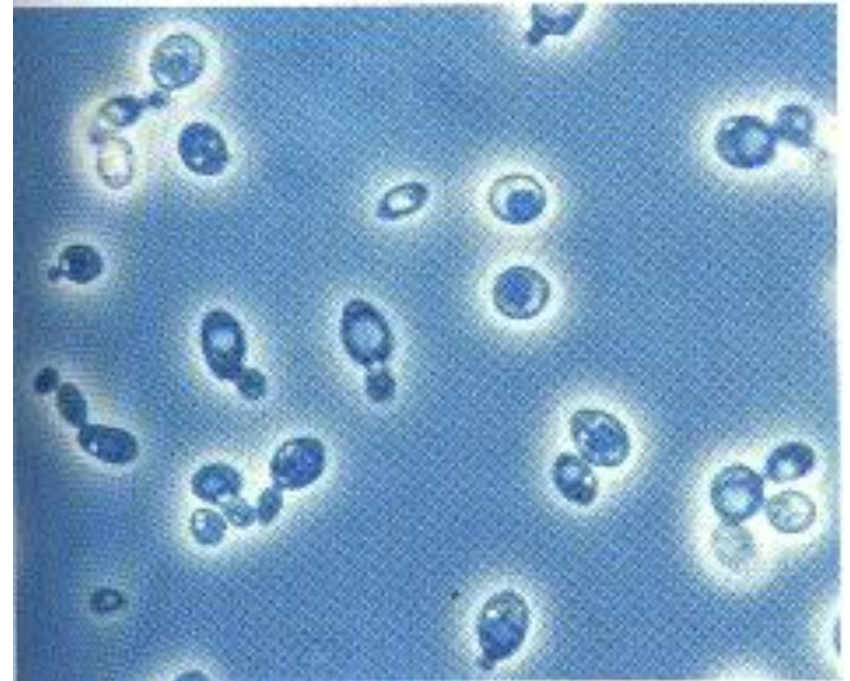
有的把无性繁殖的叫“假酵母”或拟酵母，具有性繁殖的叫“真酵母”

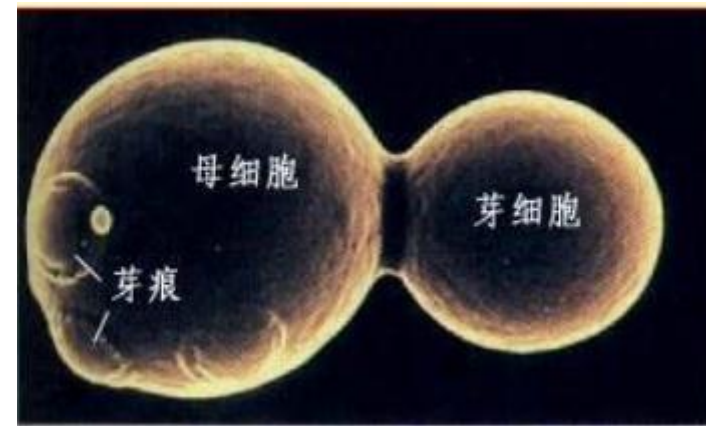
(1) asexual reproduction

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



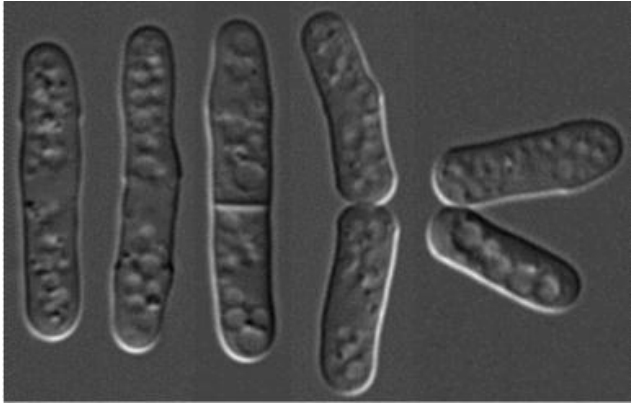
三边出芽



一端出芽

b. binary fission (裂殖)

eg. 裂殖酵母



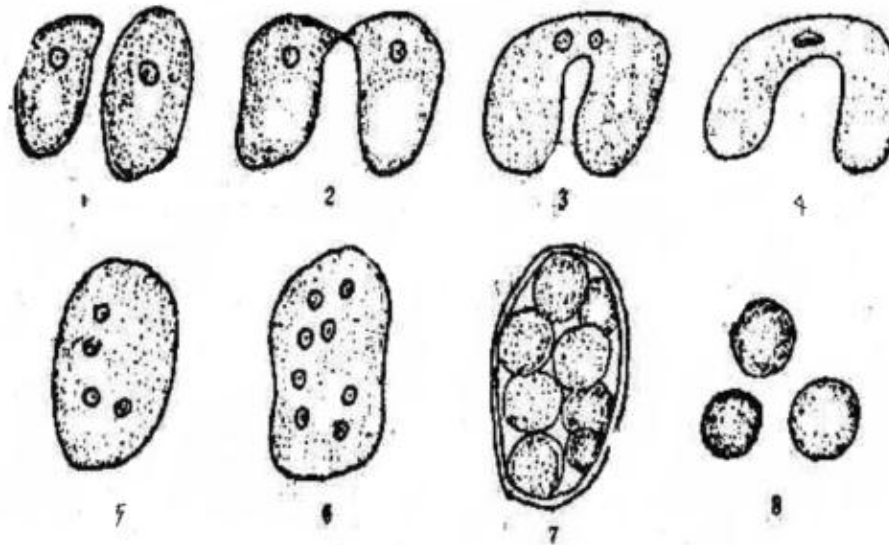
c. 掷孢子 (ballistospore)

- 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。



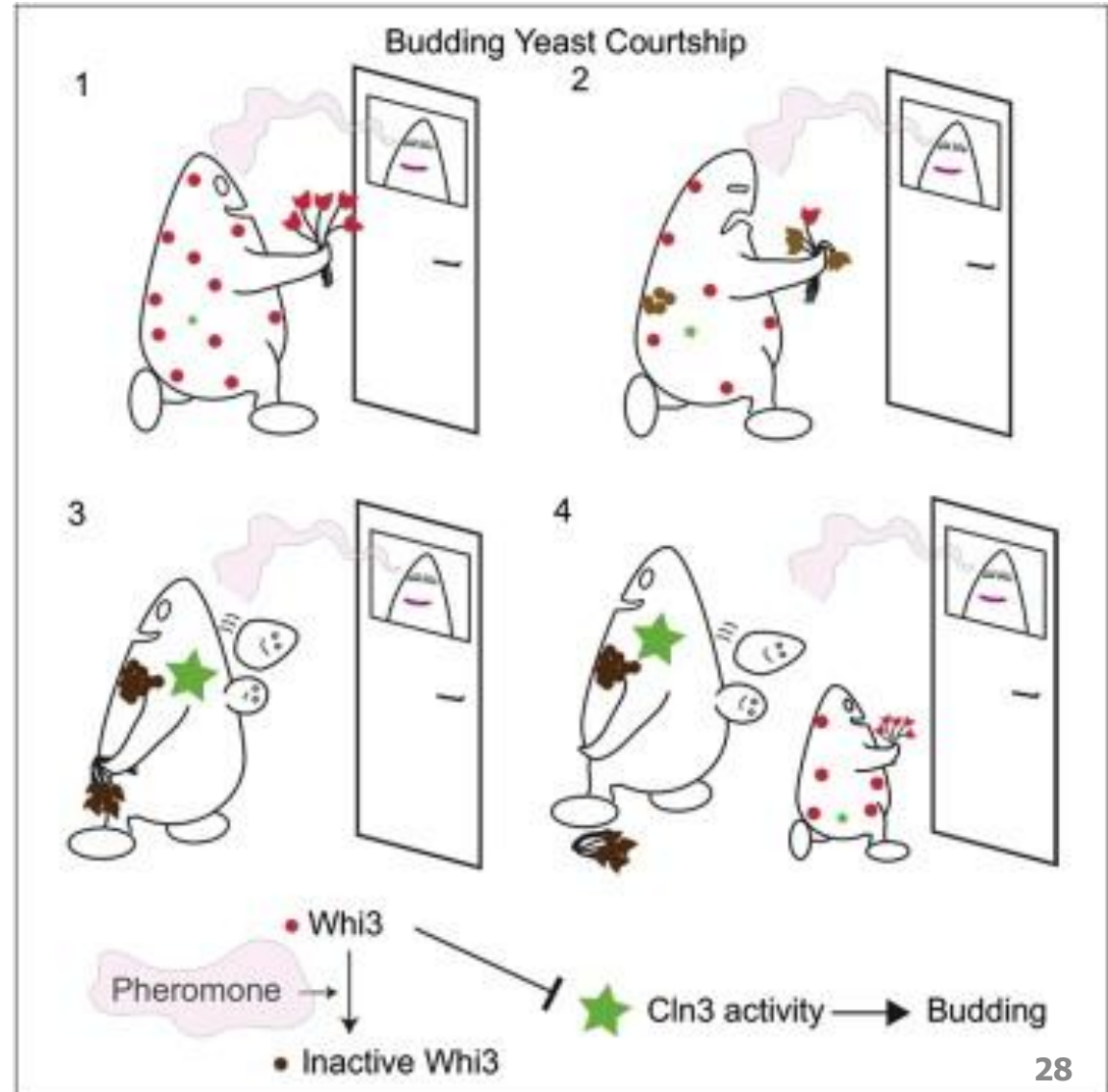
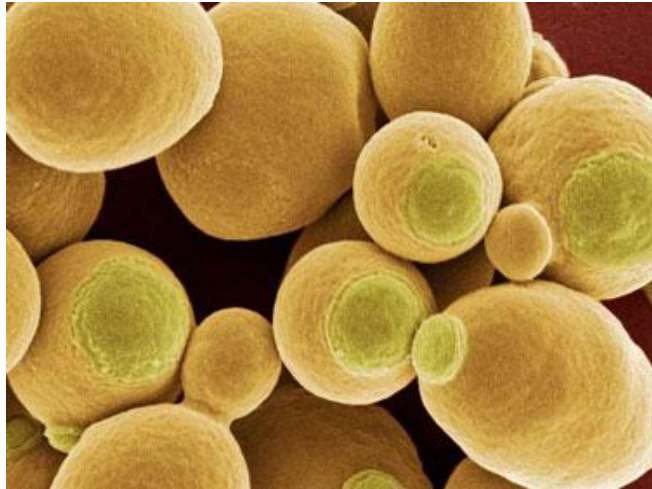
酵母菌有性结合形成子囊和子囊孢子

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

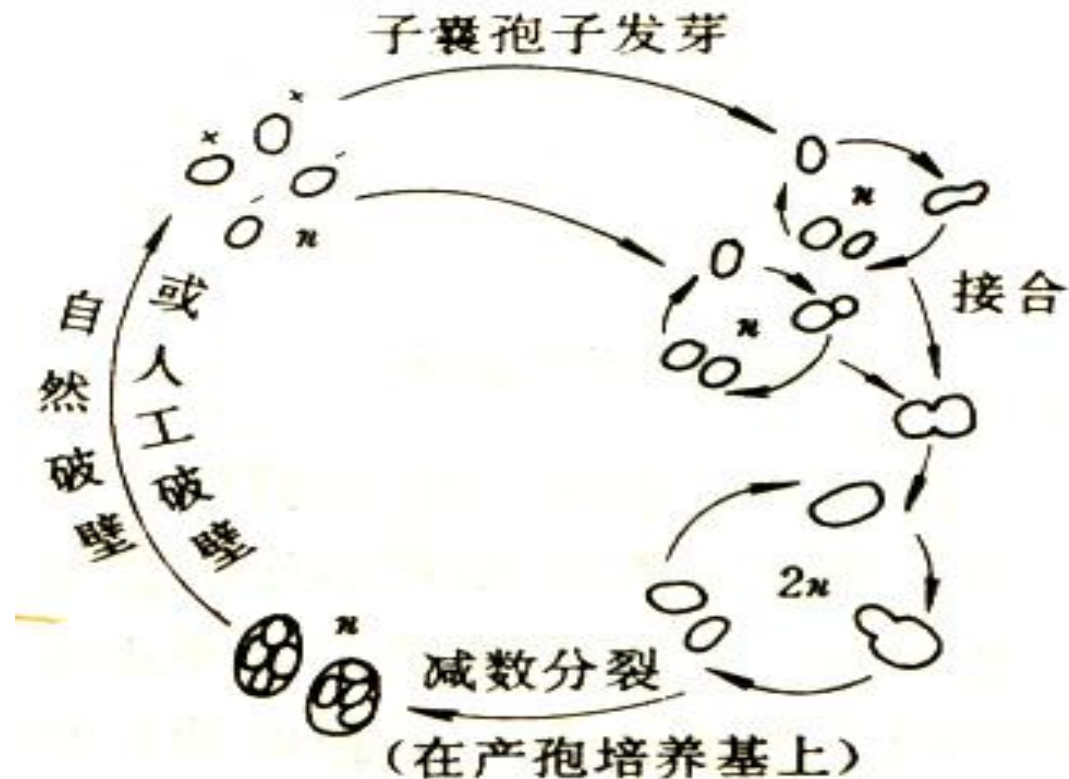
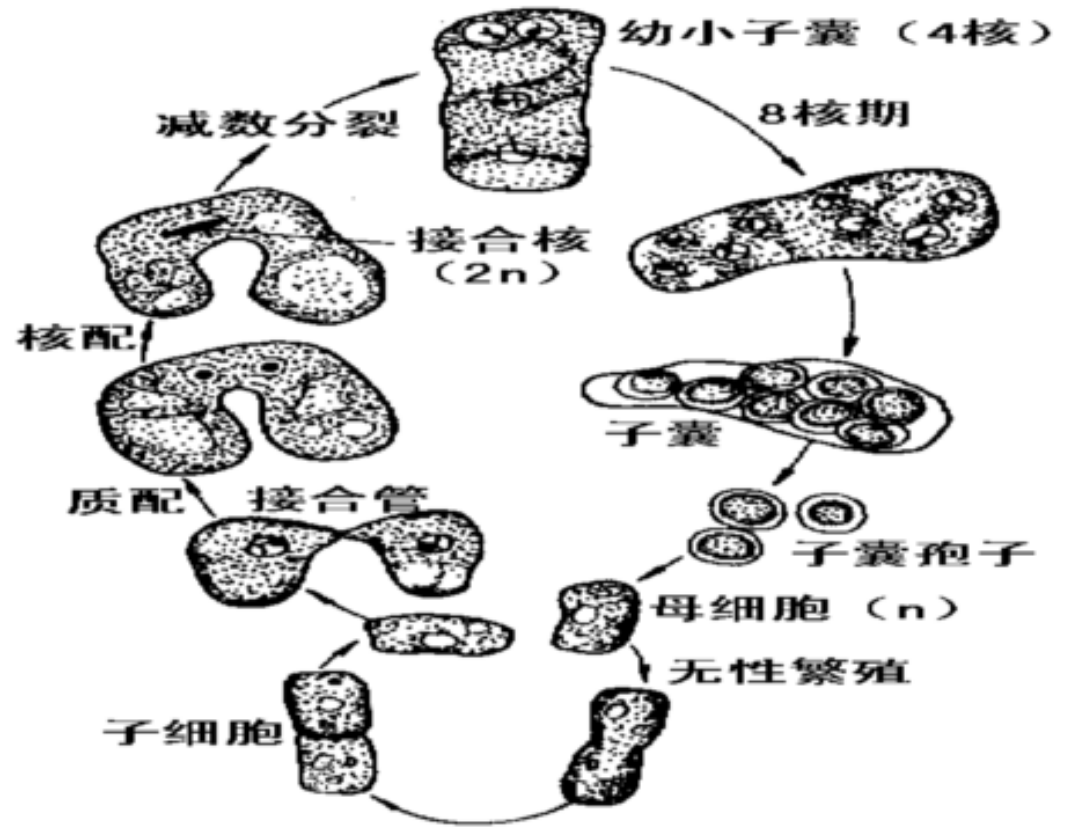


图 3-4 *S. cerevisiae* 的生活史

单倍体型

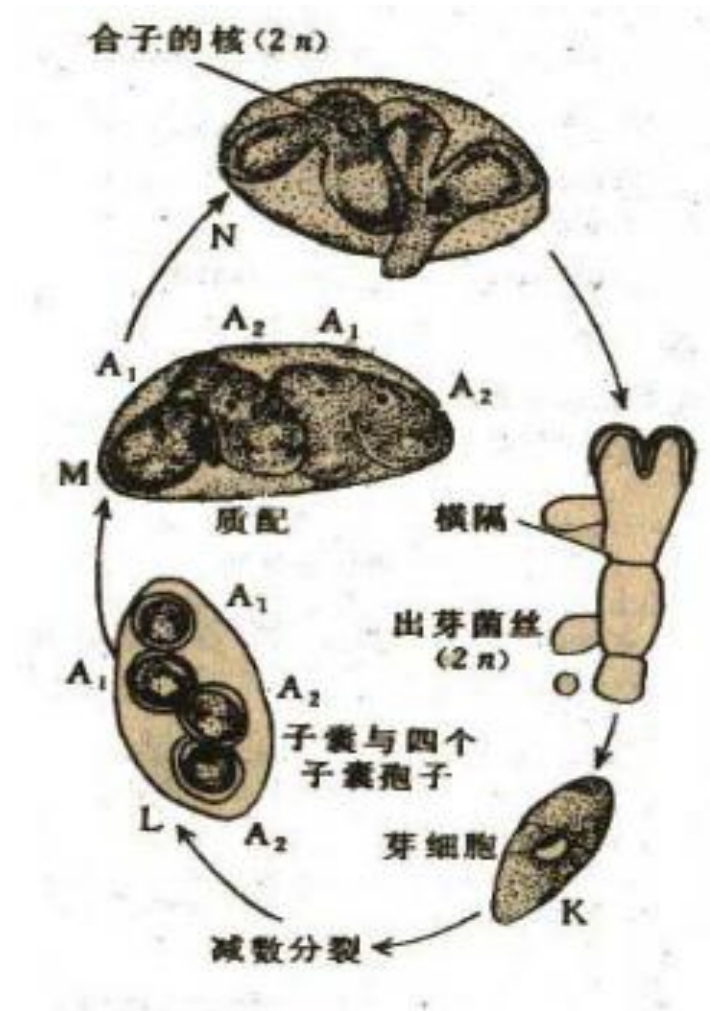


- 营养细胞N体
- 无性繁殖---裂殖方式
- 2N体不能独立生活，一经形成立刻减数分裂

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

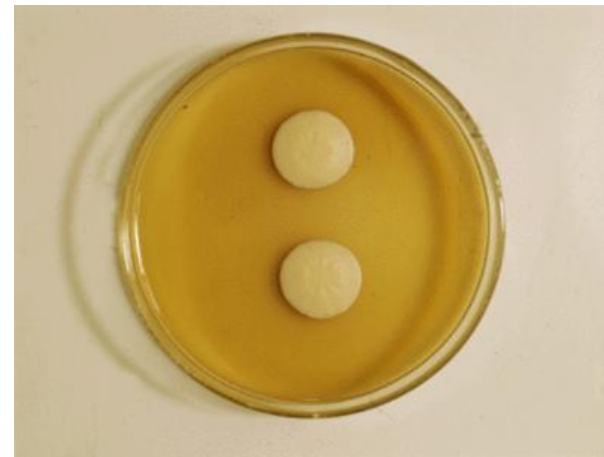
有些酵母菌能引起皮肤、呼吸道、消化道、泌尿生殖道疾病

(5) single-cell protein

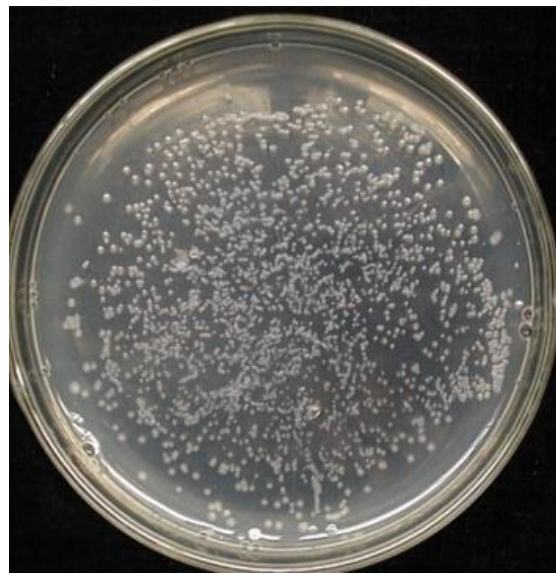
饲料酵母

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)

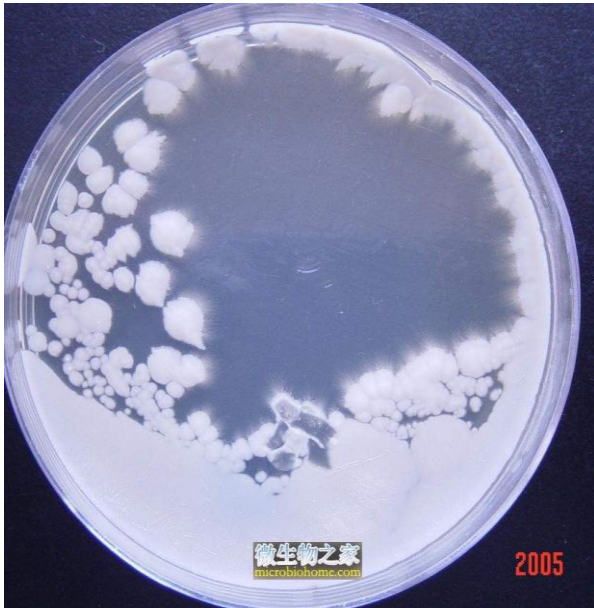
种：酿酒酵母 (S. cerevisiae)



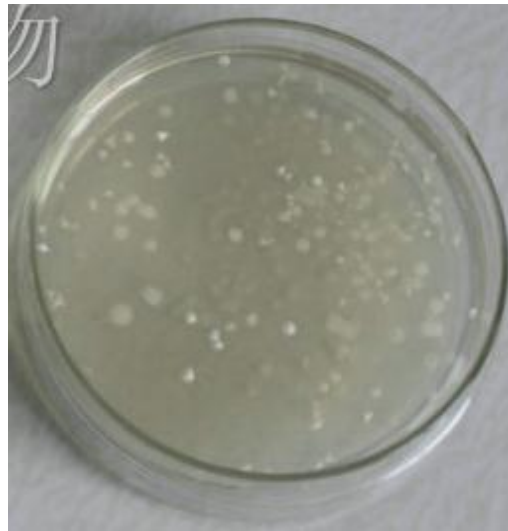
酿酒酵母的扫描电镜照片

(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³⁶

热带假丝酵母（条件致病）：

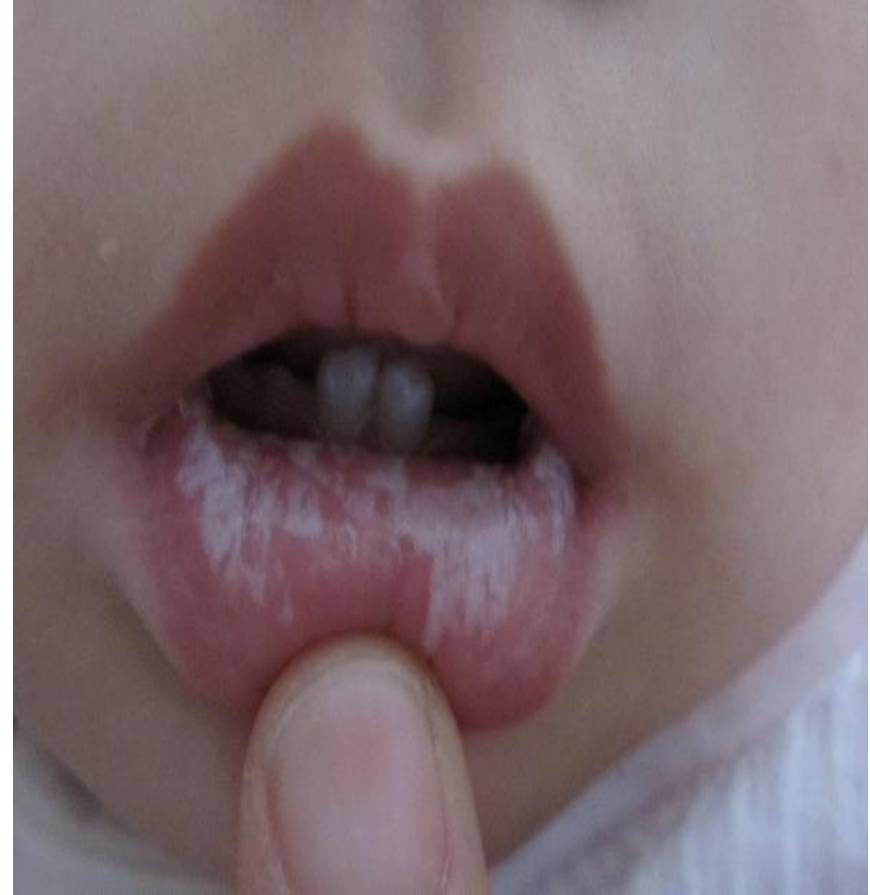
皮肤念珠菌病

- ◎ 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)

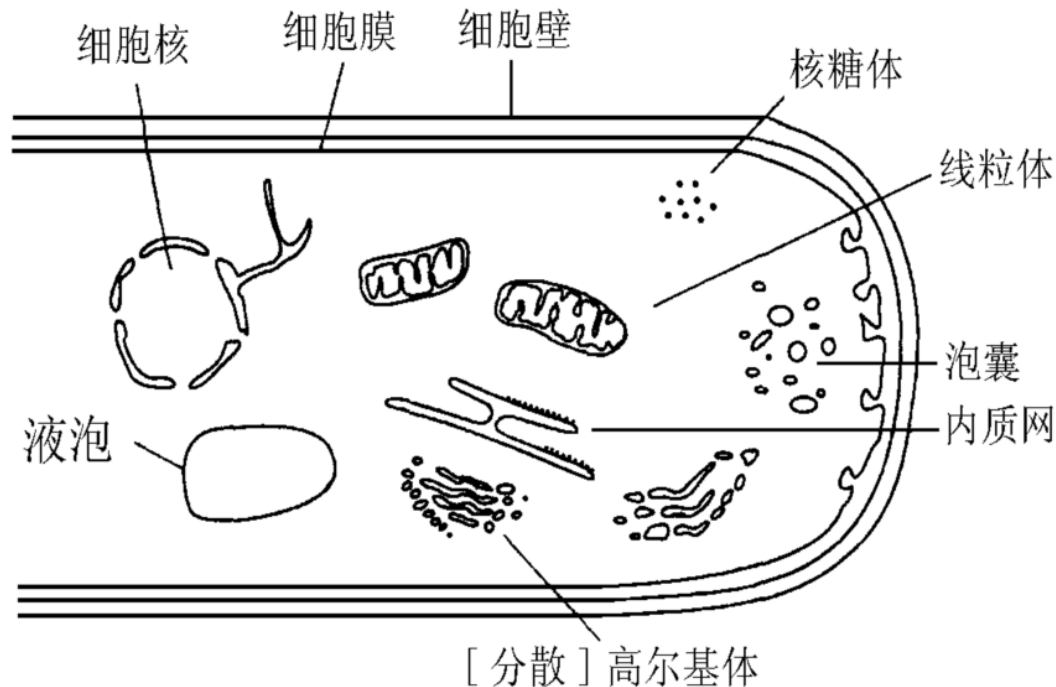


- 凡是在培养基上长成绒毛状、棉絮状或蜘蛛网状的菌丝体的真菌通称为霉菌。不是分类学名词。
- Is composed of **hypha** (菌丝)。Integrated masses of hyphae are called a **mycelium** (菌丝体)。
- 鞭毛菌纲、接合菌纲、子囊菌纲和半知菌类

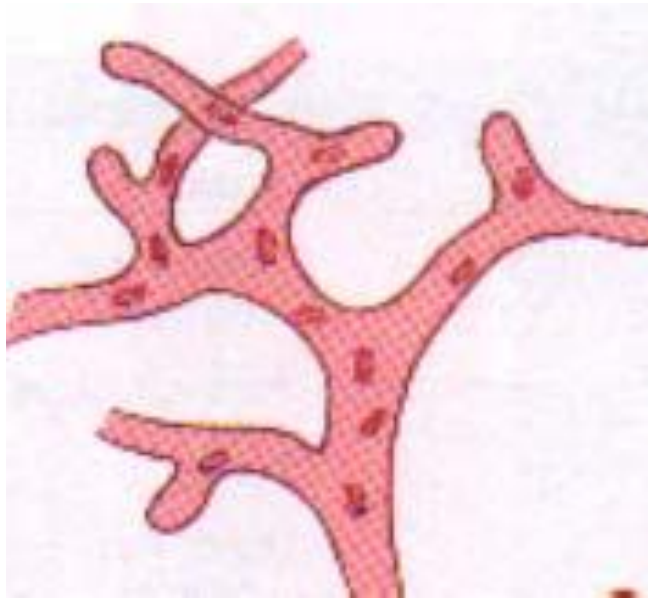
1、Morphology and structure:

Each hypha(菌丝) is about 5-10 μm wide

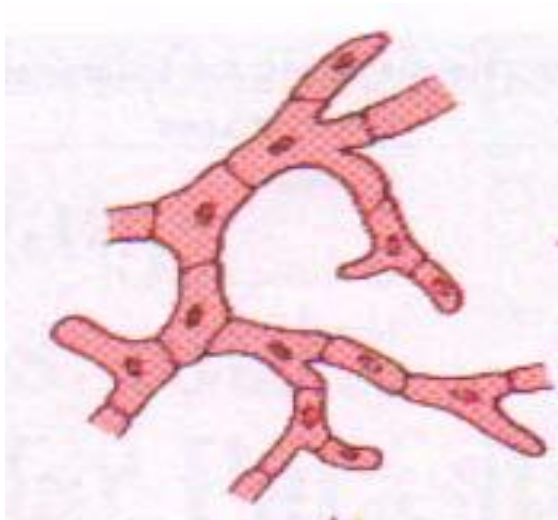
CW: 几丁质组成, 少数低等水生有纤维素, 可用**蜗牛消化酶**或**纤维素酶**去CW获得原生质体



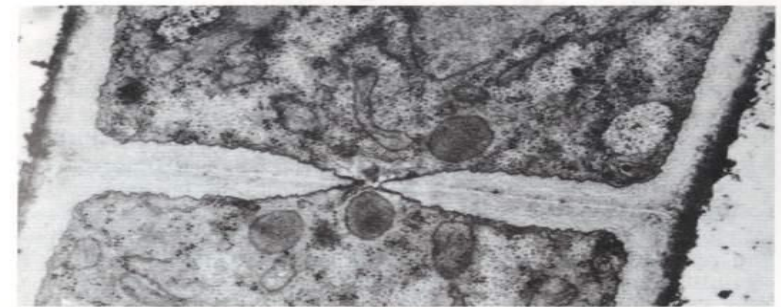
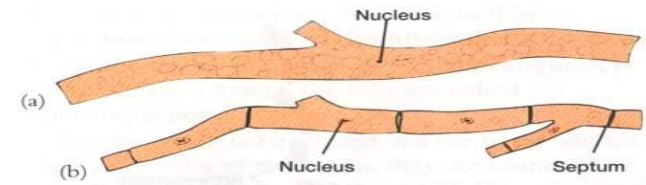
真菌菌丝结构



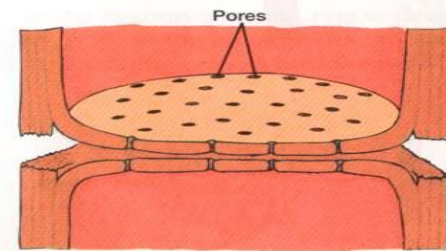
Nonseptate (无隔膜菌丝)



Septate (有隔膜菌丝)

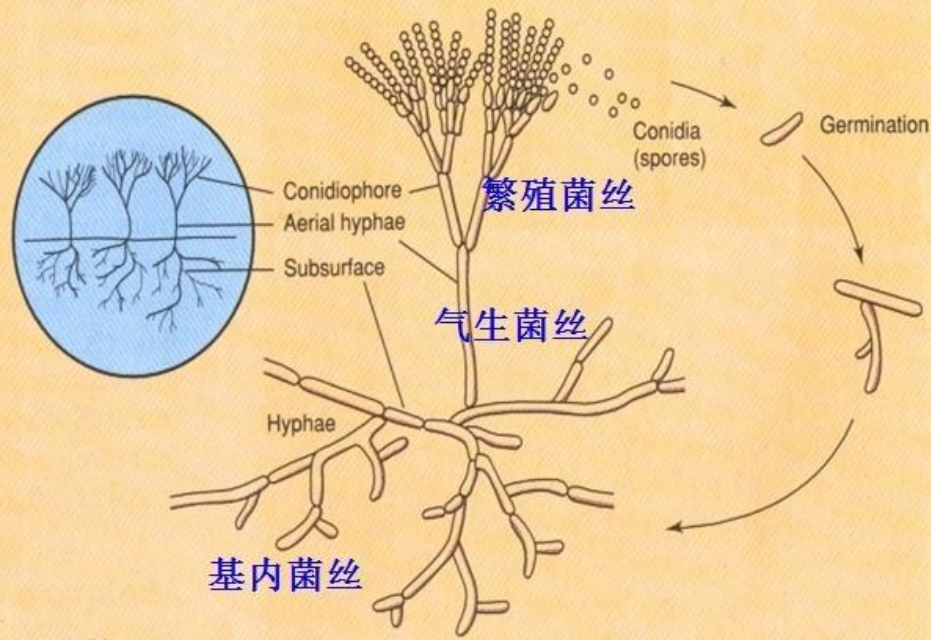


(c)



(d)

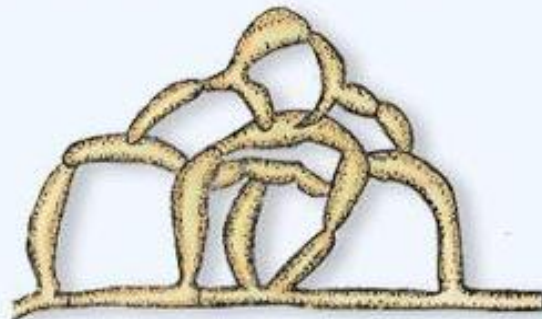
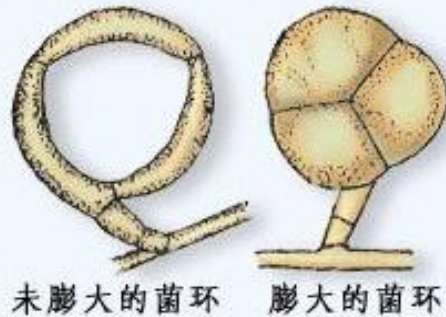
Figure 25.5 Hyphae. Drawings of (a) coenocytic hyphae and (b) hyphae divided into cells by septa. (c) Electron micrograph ($\times 40,000$) of a section of *Drechslera sorokiniana* showing wall differentiation and a single pore. (d) Drawing of a multiperforate septal wall structure.



2、特化的营养菌丝

- 捕虫菌目（Zoopagales）菌环 菌网

菌环和菌网



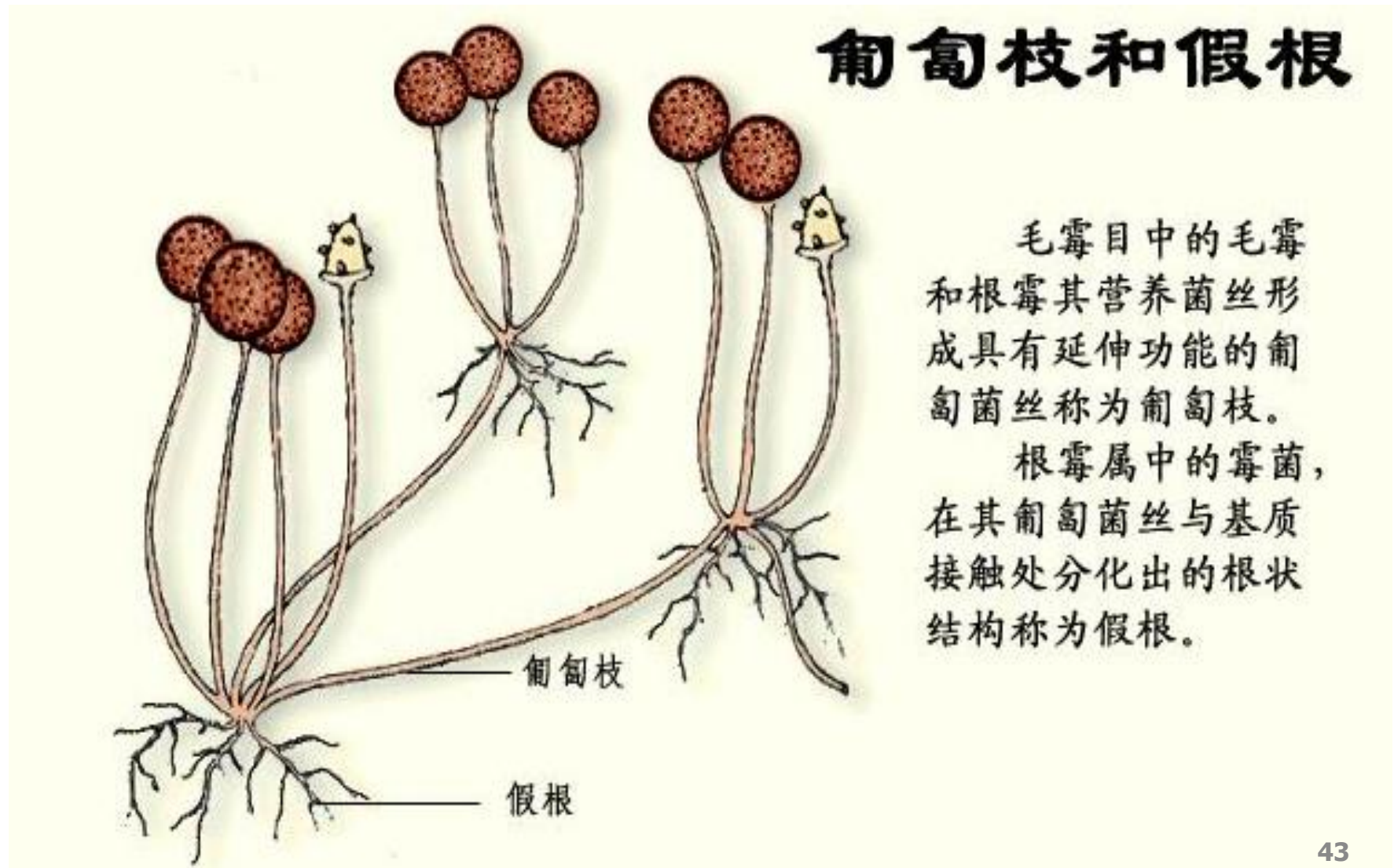
菌网



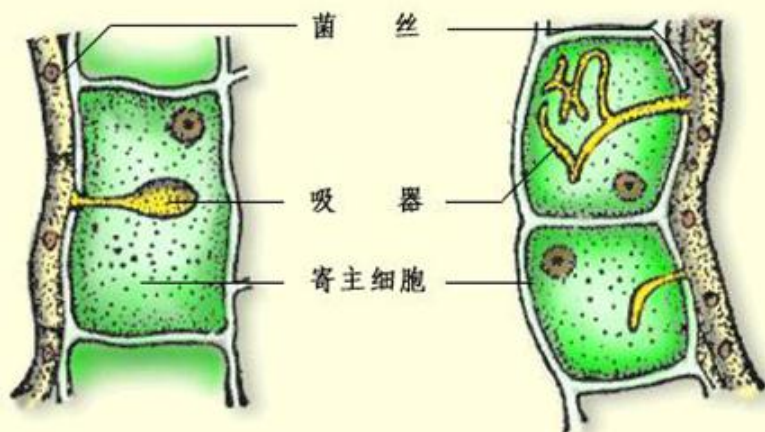
捕虫真菌由菌丝分枝形成圈环结构，用于捕捉线虫。

由菌环构成的网状组织叫做菌网。

●Rhizoid（假根） and stolons（匍匐枝）

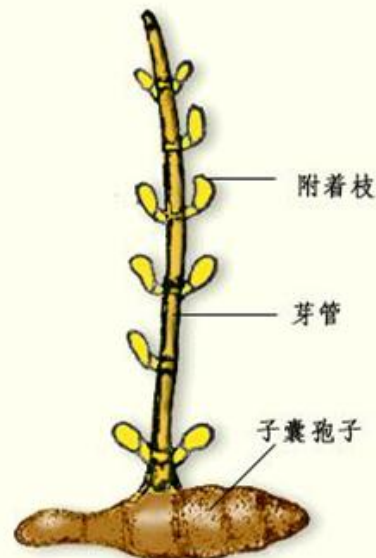


吸器



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

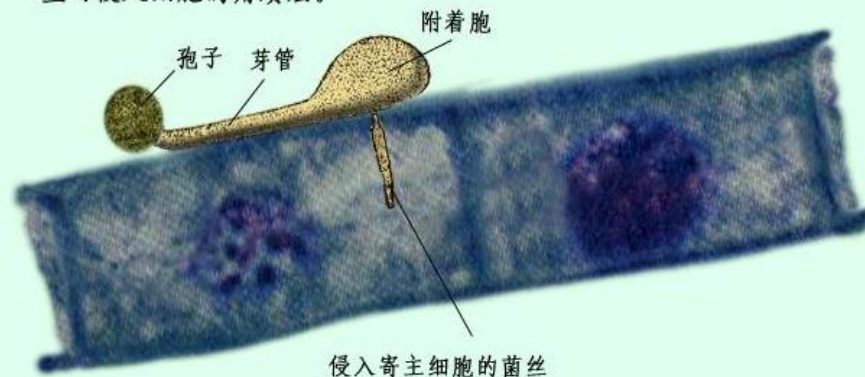
菌核



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

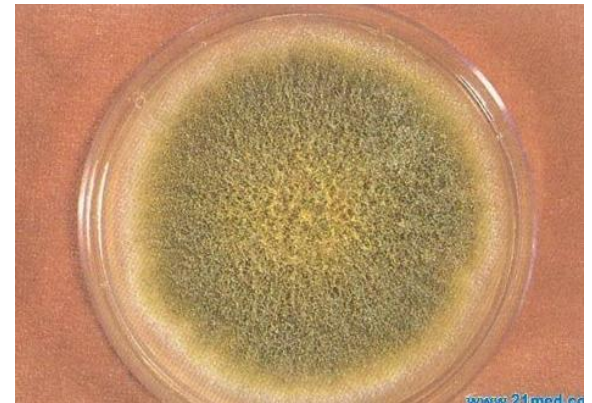
静止，菌膜；振荡-菌丝球或絮状

■ 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)

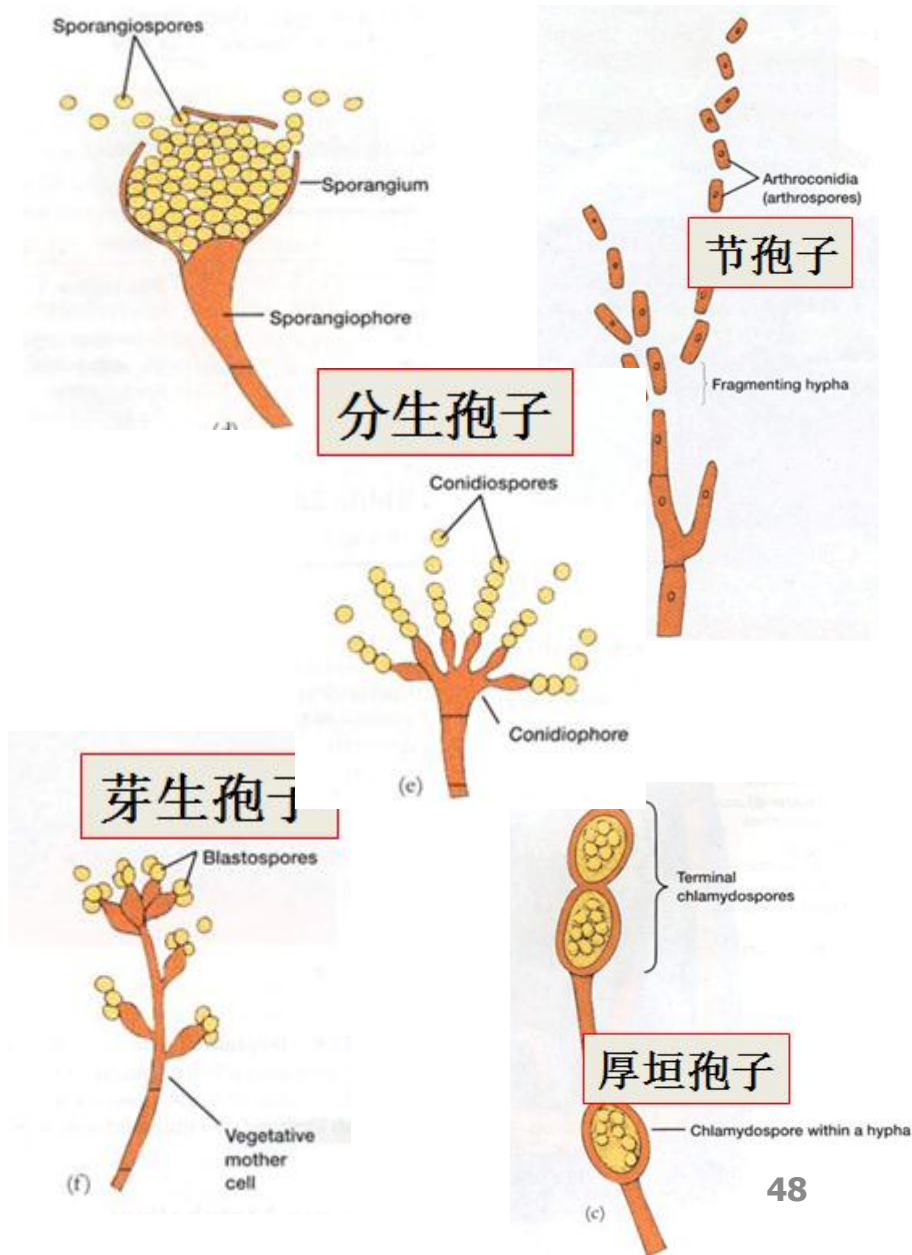
• **Conidiospores (分生孢子)** : 曲霉, 青霉

• **Sporangiospores (孢囊孢子)** : 根霉, 毛霉

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

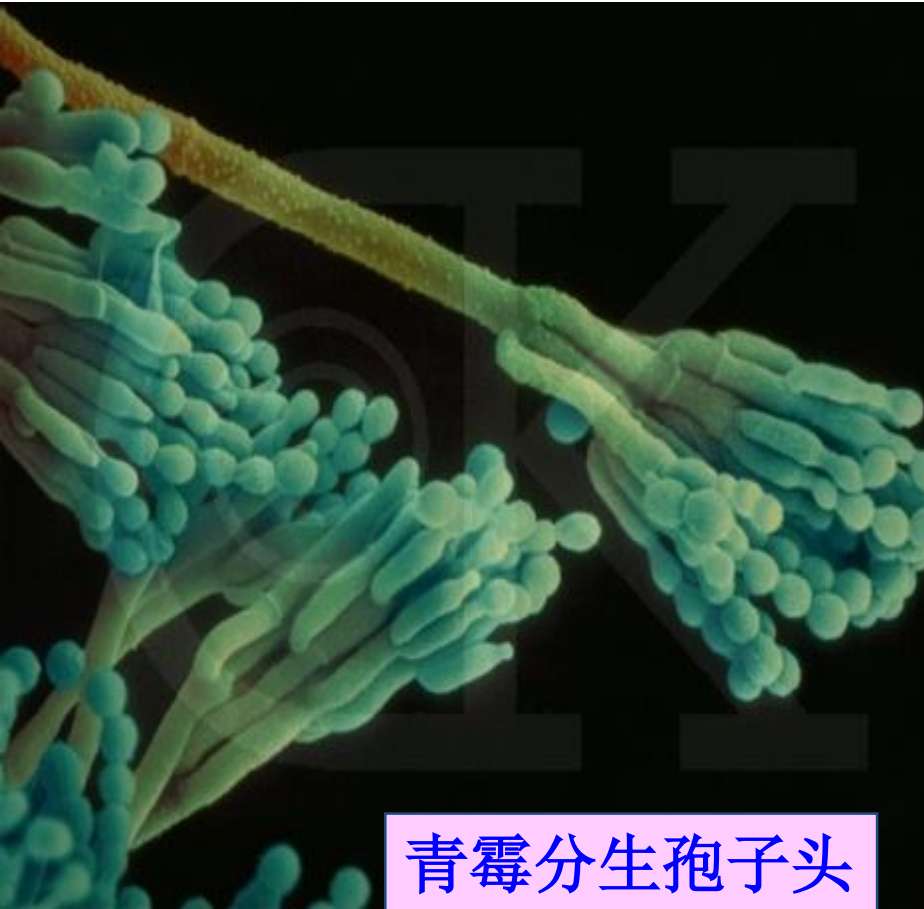
• **Chlamydospores (厚垣孢子)** : 总状毛霉

• **Blastospores (芽生孢子)** : 黑粉菌



Conidiospores (分生孢子)

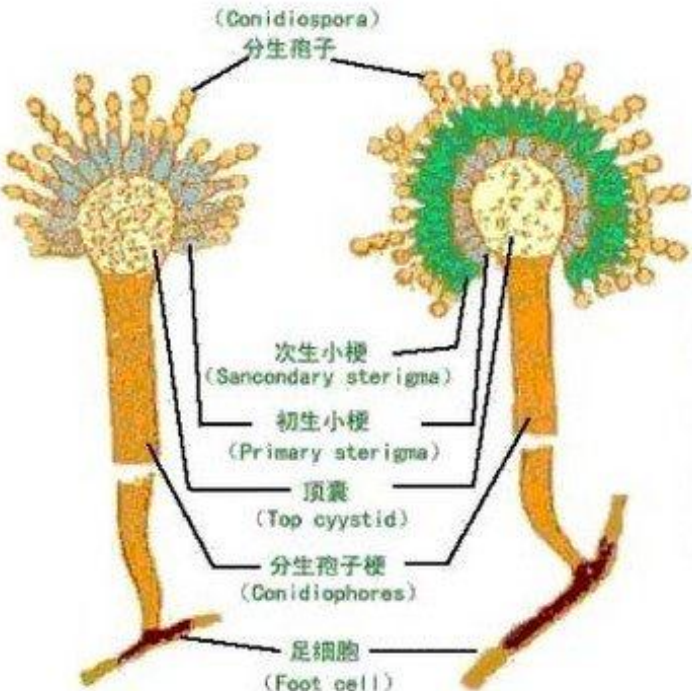
分生孢子梗**顶端细胞**特化而成的单个或簇生的孢子



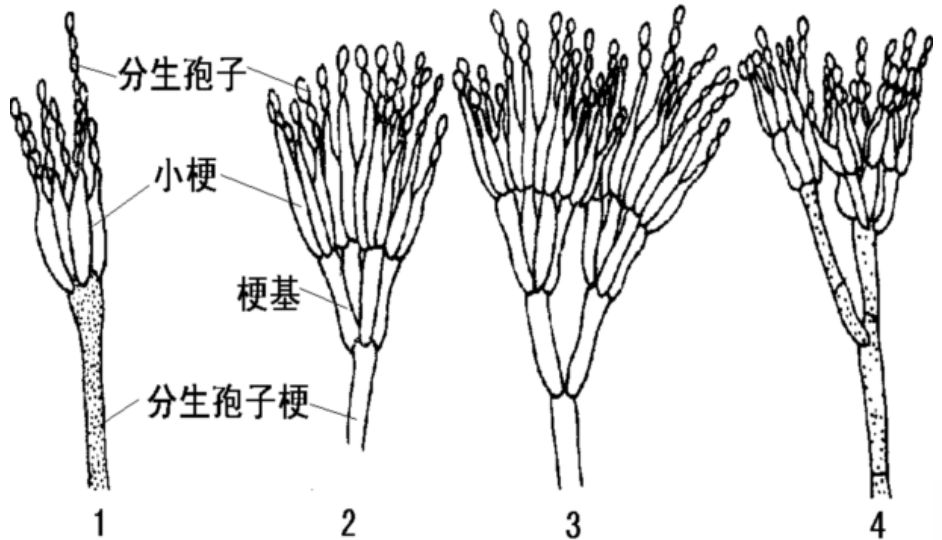
青霉分生孢子头



曲霉分生孢子头



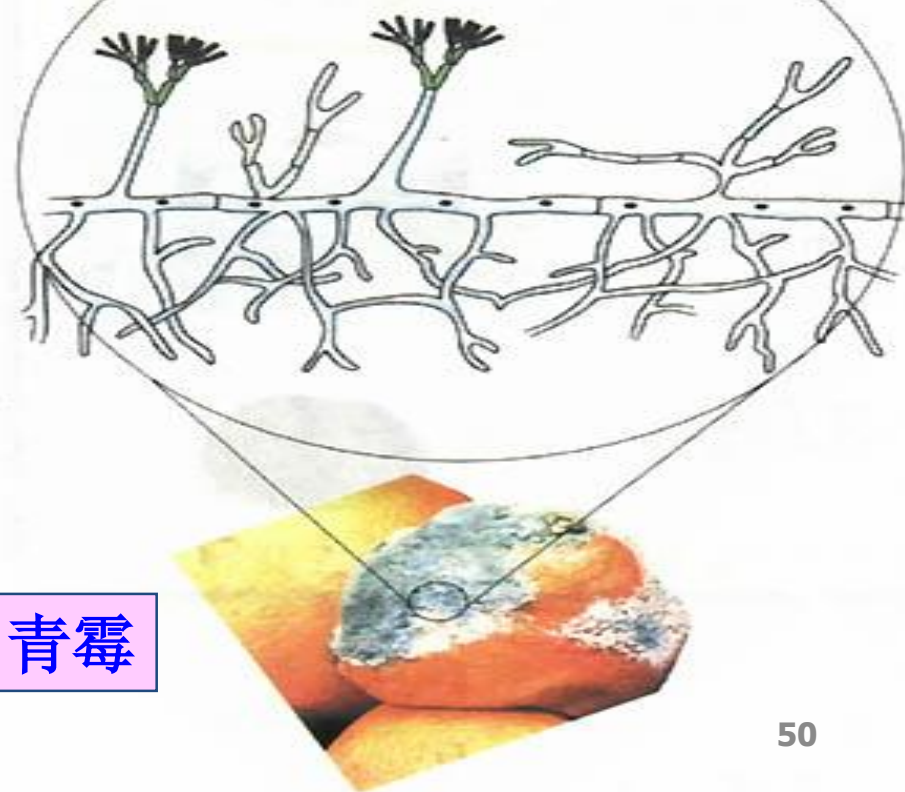
曲霉分生孢子



单轮型、对称二轮、多轮生、非对称型



曲霉

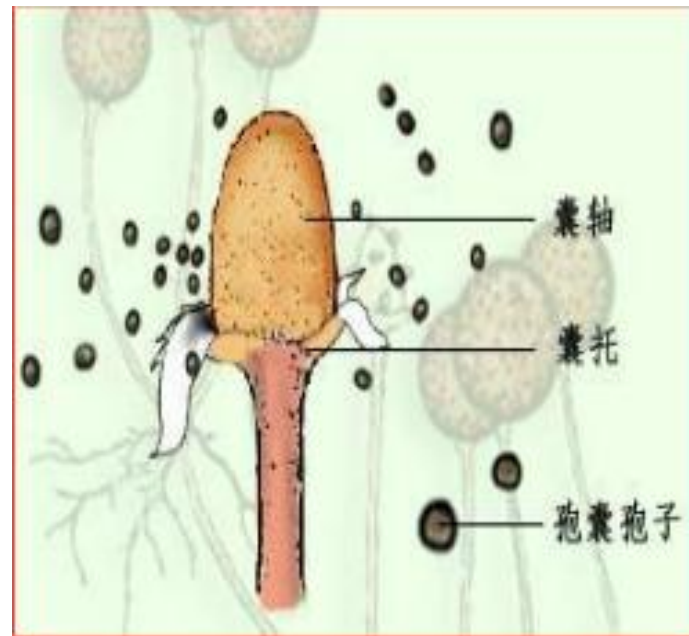
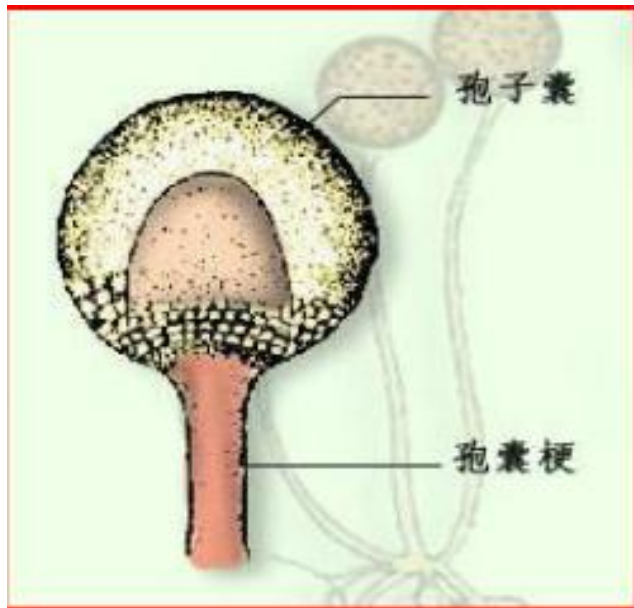


青霉

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)

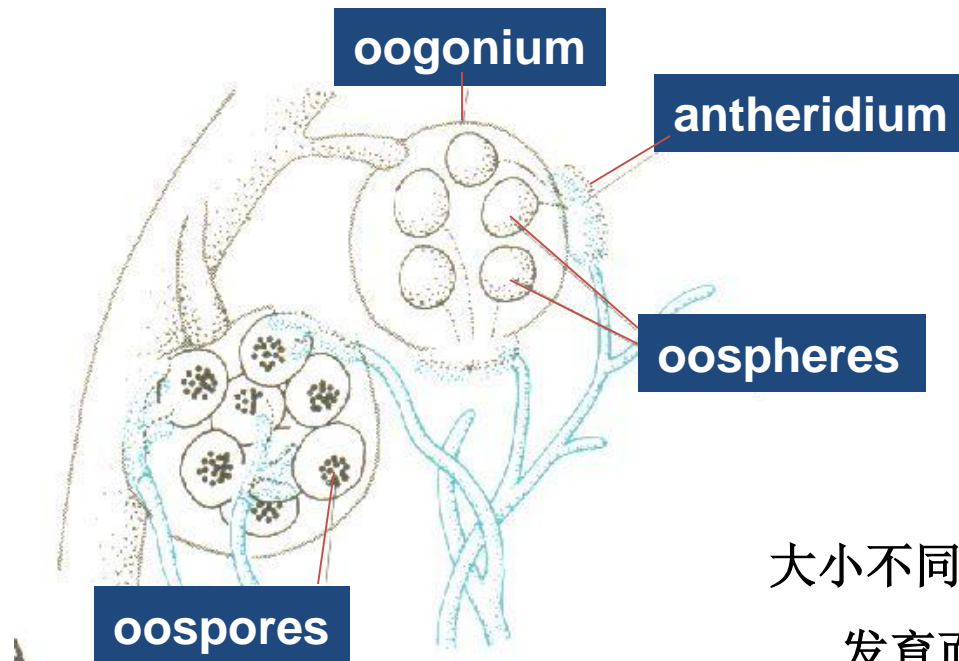
- **Oospores (卵孢子)**
- **Zygospores (接合孢子)**
- **Ascospores (子囊孢子)**
- **Basidiospores (担孢子)**

- 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。

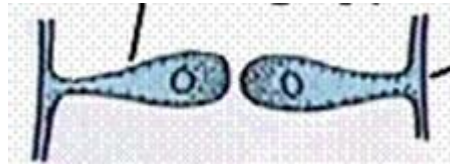
- 同宗配合 (hemothallism)

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

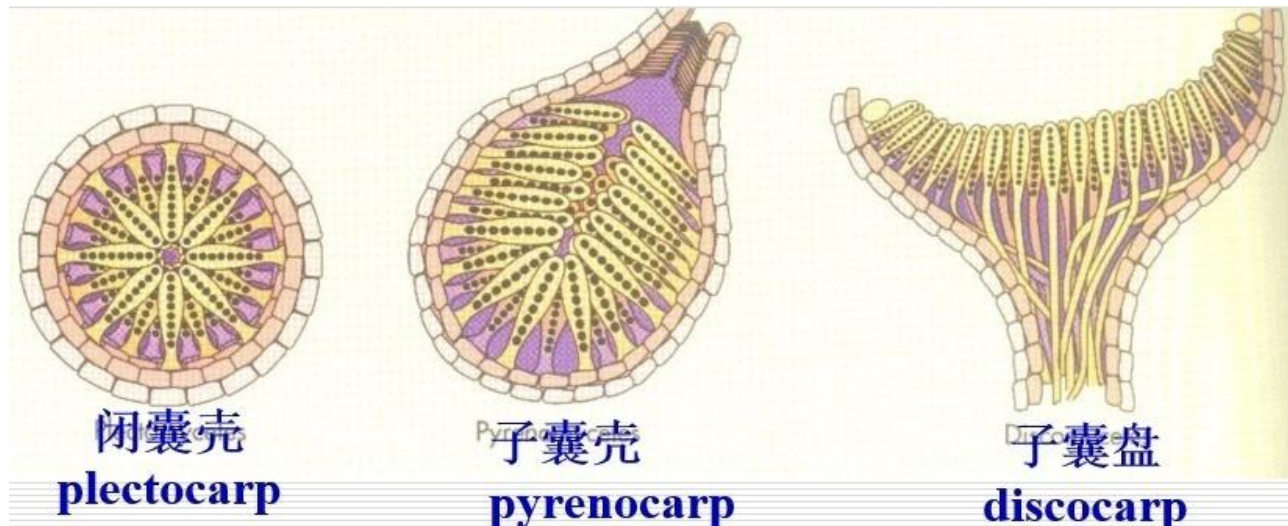


接合孢子

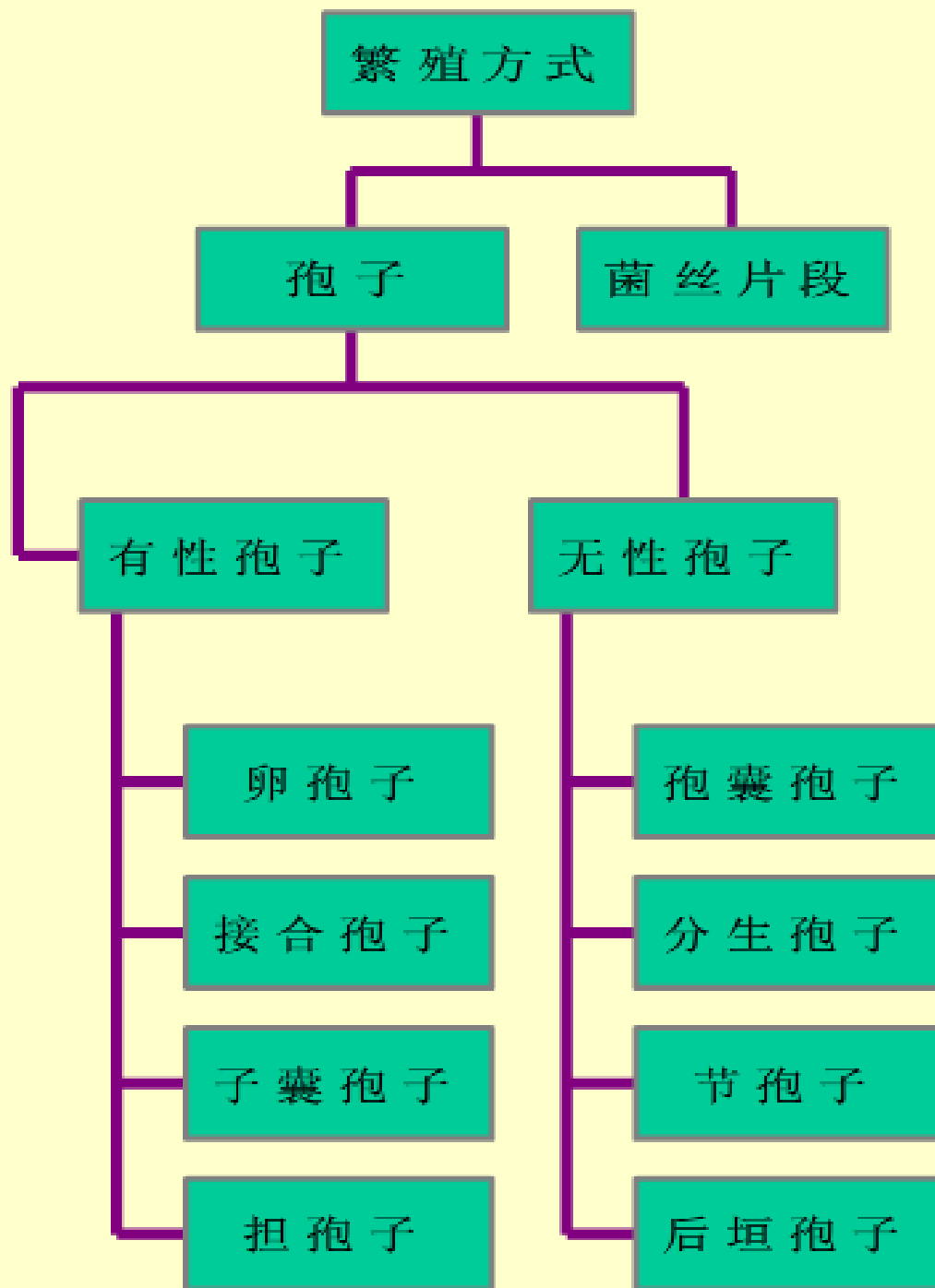
Zygospores (接合孢子) 产生过程

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*)

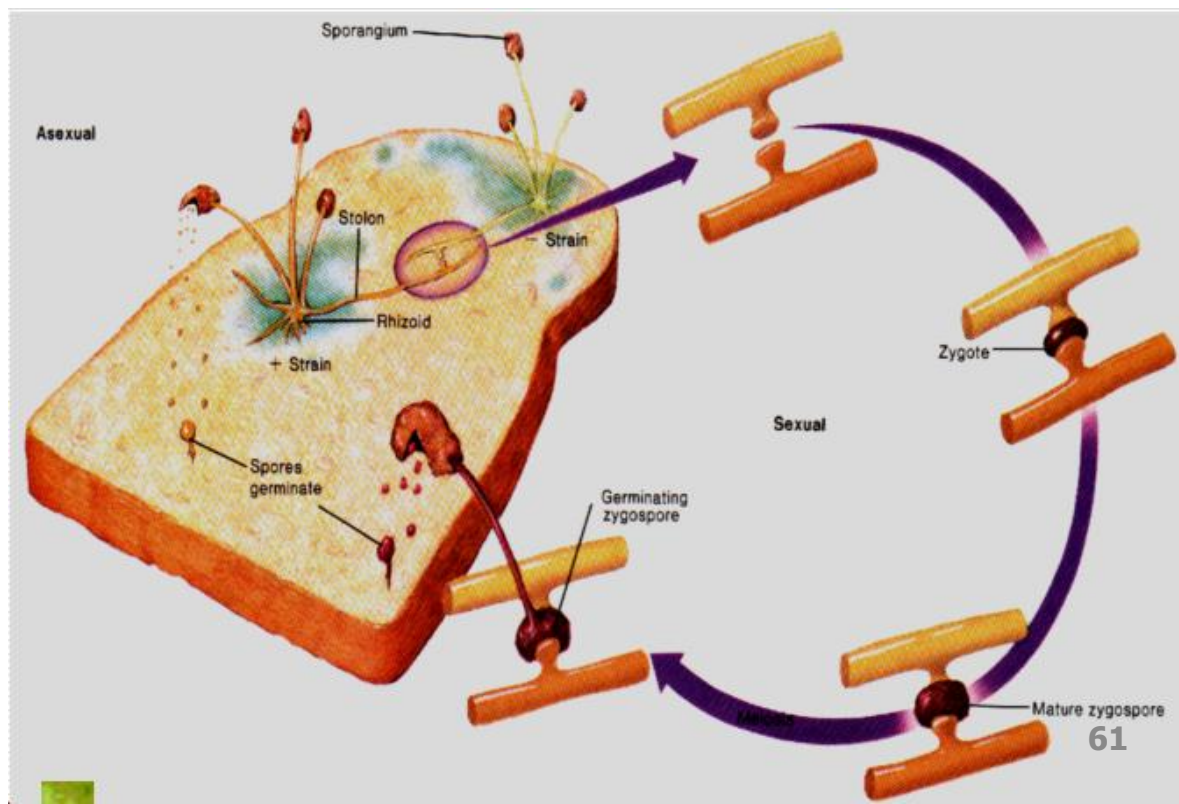
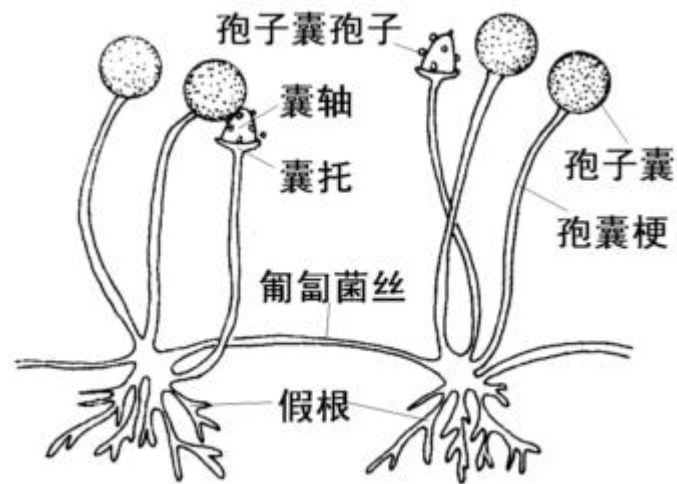
- 接合菌纲
- 转化甾族化合物
- 分解蛋白质能力强，腐乳、豆豉
- 糖化能力强，酒精、有机酸
- 生产酶制剂



1.单轴式孢囊梗； 2.假轴式孢囊梗； 3.孢子囊结构

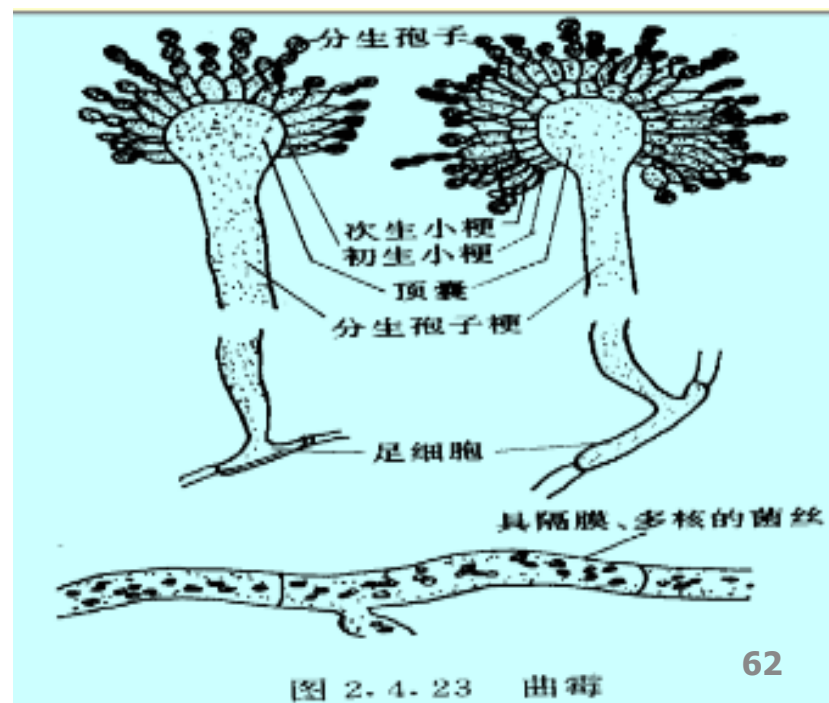
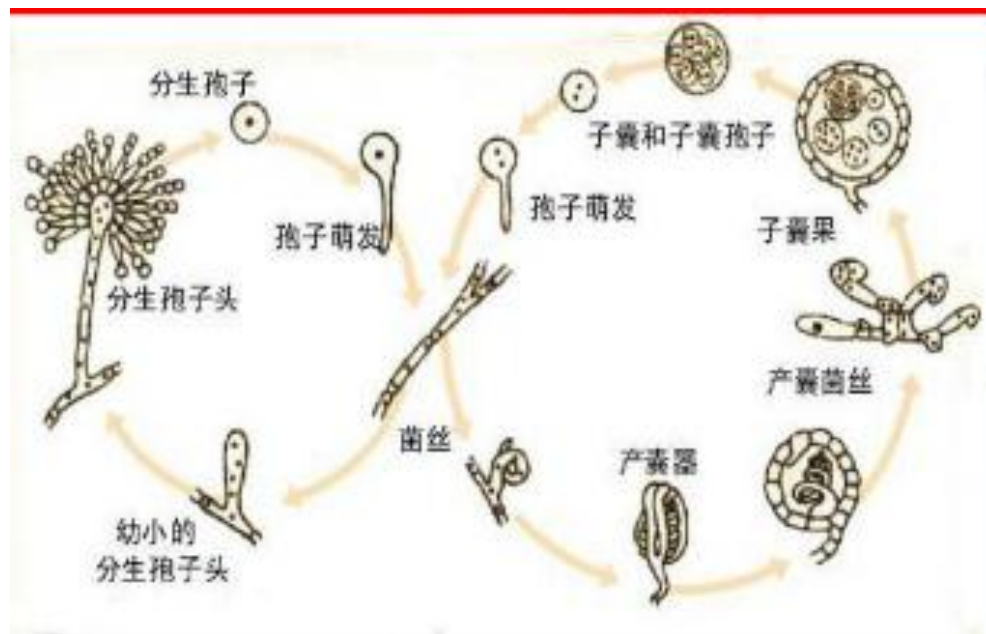
■ 根霉 (rhizopus)

- 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

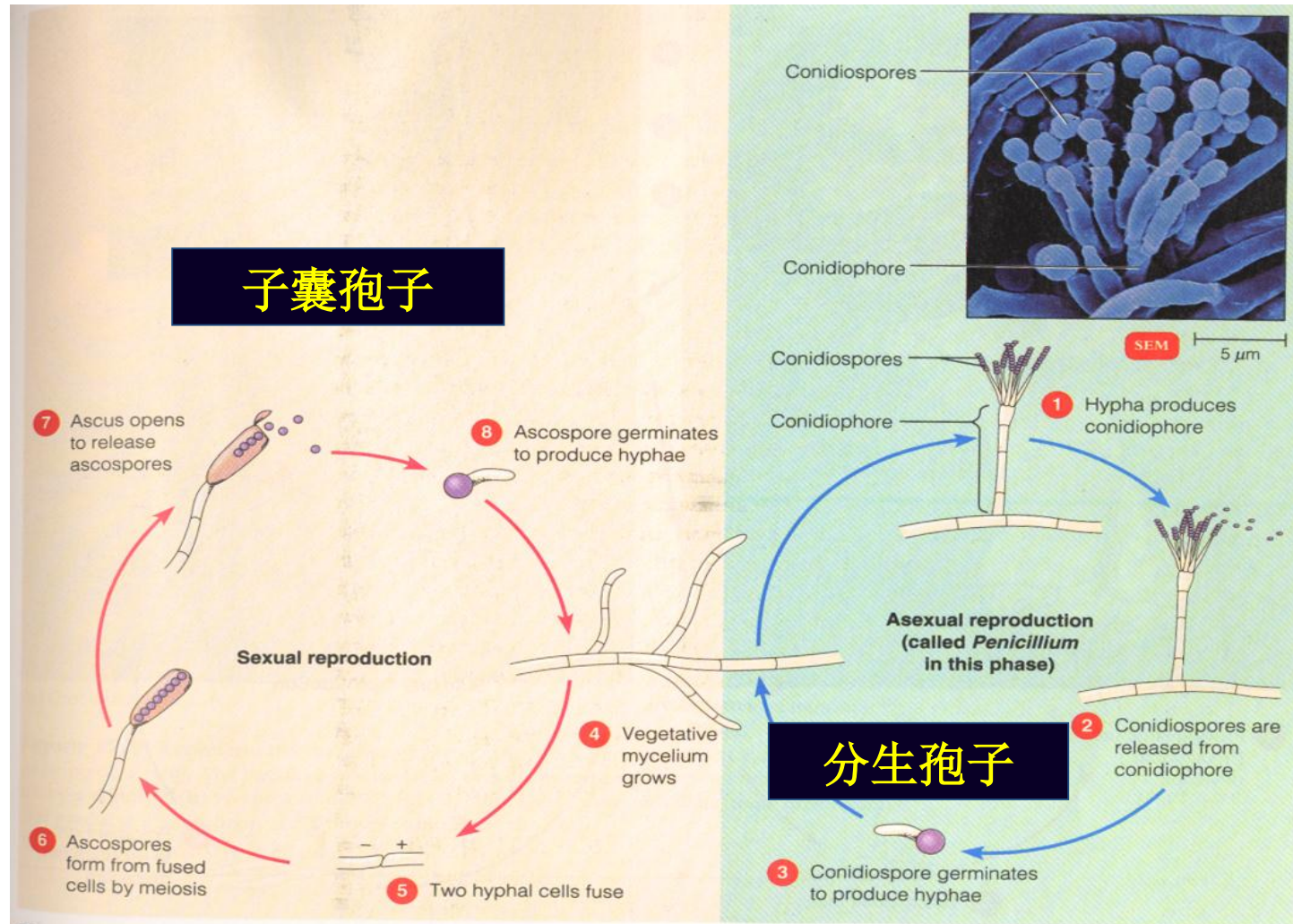


Figure 12.7 The life cycle of *Eupenicillium*, an ascomycete. Occasionally, when two opposite mating cells from two different strains (+ and -) fuse, sexual reproduction occurs.

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。