

第三章 真核微生物

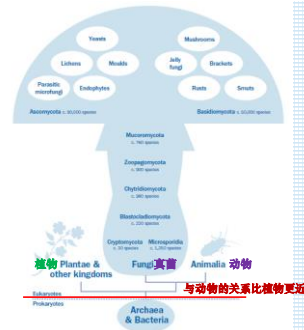
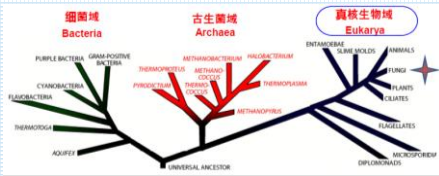
Eukaryotic Microorganisms



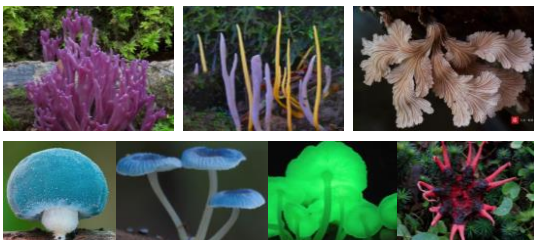
复习



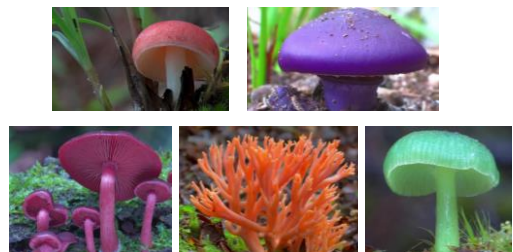
三域学说



你见过这样的真菌吗?

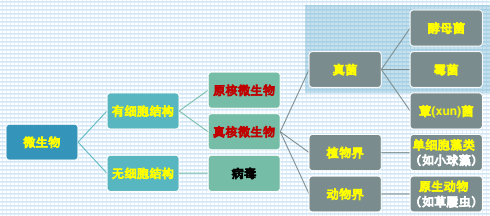


视频观看: '真菌之美' <https://mp.weixin.qq.com/s/KuxSRz-HDRPYrFhyknqFCw>

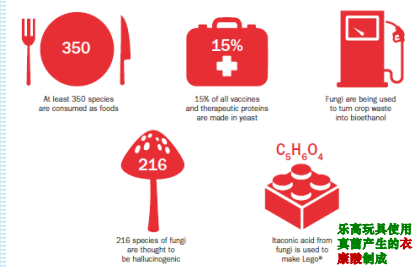


西南财经大学

真核微生物的主要类群



真菌与人类关系密切



目录

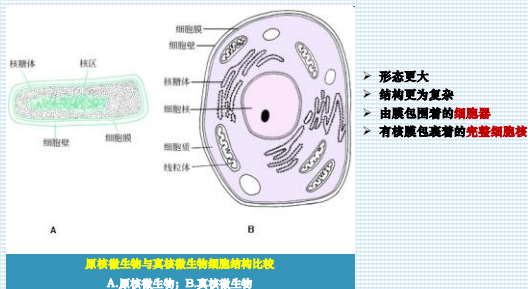
第三章 真核微生物

- 第一节 概述
- 第二节 酵母菌
- 第三节 霉菌



学习目标

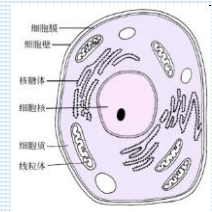
- 1、能说出酵母菌细胞壁的结构
- 2、知道酵母菌的主要繁殖方式，及其3种生活史类型和代表性微生物
- 3、能说出酵母菌和细菌菌落的差异
- 4、能说出霉菌繁殖的几种孢子及其代表微生物
- 5、能说出真菌、酵母和霉菌的概念



第一节 概述

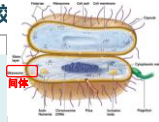
一、真核微生物的定义

- 具有真正细胞核，具有核膜与核仁分化的较高等的微生物；
- 细胞质中有线粒体等细胞器和内质网等内膜结构。



二、原核微生物与真核微生物的比较

比较项目	真核微生物	原核微生物
细胞大小		
细胞壁主要成分		
细胞质	线粒体	
	同体	
	溶酶体	
	高尔基体	
	微管	
	储藏物	
细胞核	核糖体	
	核膜	
	核仁	
	染色体	



三、研究酵母菌和霉菌的意义 (对分易弹幕讨论)

目录

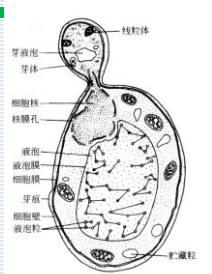
第三章 真核微生物

- 第一节 概述
- 第二节 酵母菌
- 第三节 霉菌



第二节 酵母菌(Yeast)

- 一、酵母菌的分布
- 二、酵母菌与人类
- 三、酵母菌的形态和大小
- 四、酵母菌的细胞结构
- 五、酵母菌的繁殖
- 六、酵母菌的菌落
- 七、几种常见酵母菌



一、酵母菌的分布

- 含糖丰富的偏酸性环境 (糖菌)
- 例如: 花蜜、树汁、果实和叶子表面, 菜园和果园的土壤中



二、酵母菌与人类

1、人类的第一种家养微生物 酿酒酵母(Saccharomyces cerevisiae)

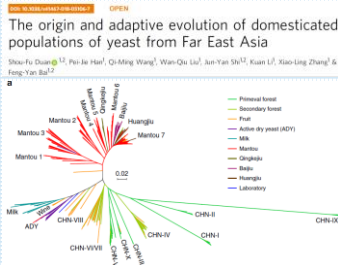
在食品方面—酿酒、制作面包、生产调味品等。



“第一种家养微生物”的前世今生



- **研究内容:** 选择代表不同地理、生态环境和发酵食品类型的266株酿酒酵母菌株—基因组重测序—整合已发表的287株酿酒酵母菌株的基因组数据—群体基因组、系统发育基因组和比较基因组学分析—揭示了酿酒酵母野生和驯养群体的遗传多样性、起源地和演化历史。
- **研究结果:** 酿酒酵母起源于中国或东亚，但其驯养群体的起源地上有待进一步阐明。



2、重要的科研模式微生物

最早测定全基因组序列的真核生物 (1996年)

酿酒酵母
(*Saccharomyces cerevisiae*)

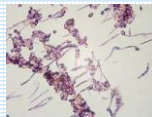


视频来源: 菌源培养基介绍
https://www.bilibili.com/video/BV15b411q79d/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click

3、危害

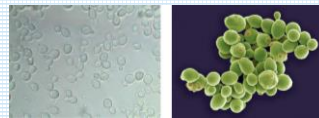
酵母菌也有菌丝?

白假丝酵母 (*Candida albicans*) 又称白色念珠菌, 常见致病菌, 可引起皮肤、呼吸道、消化道和泌尿系统的急、慢性感染。



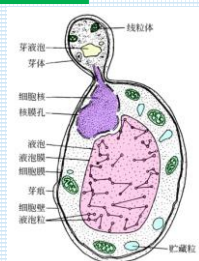
三、酵母菌的形态和大小

- **单细胞**
- **大小:** 1-5 × 5-20 μm, 约为细菌细胞的5-10倍
- **形状:** 卵圆形、圆形或圆柱形

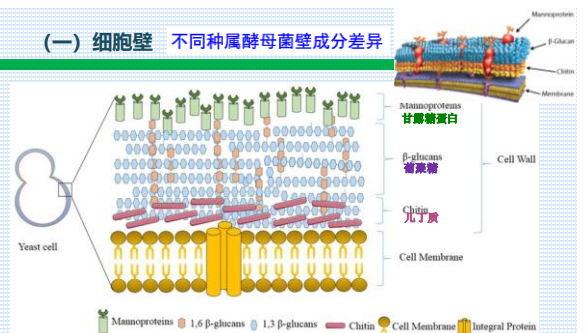


四、酵母菌的细胞结构 (表3-2)

- **细胞壁**
- **细胞膜**
- **细胞器**
- **细胞核**



(一) 细胞壁 不同种属酵母菌壁成分差异

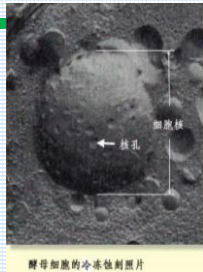


(二) 细胞核

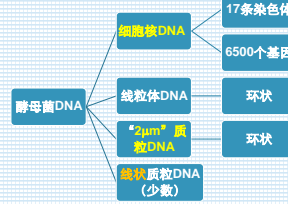
- 核膜：双层
- 核孔：核膜上
- 核仁

功能：储存遗传信息

酵母菌唯一的遗传物质吗？



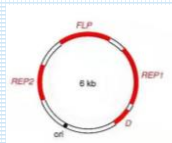
酵母细胞的小基粒照片



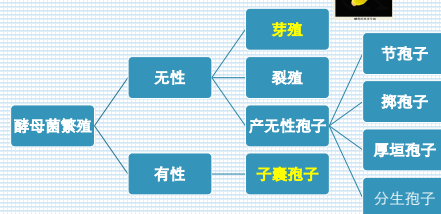
"2µm"质粒DNA

1967年在 *S. cerevisiae* 的细胞核中发现的，是一个闭合环状超螺旋DNA分子，长约2 µm (6 kb)。

- 研究基因调控、染色体复制的理想系统
- 酵母菌转化的有效载体
- 可组建“基因工程菌”



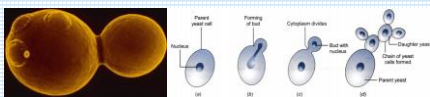
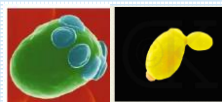
五、酵母菌的繁殖



(一) 无性繁殖

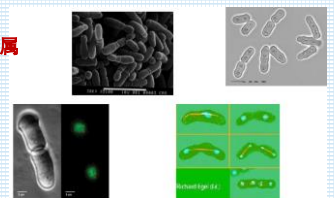
1、芽殖 (budding)

- 无性繁殖的主要方式
- 芽痕 (bud scar)：母细胞上
- 蒂痕：芽细胞上
- 胞龄测定：以芽痕数推测可知



2、裂殖 (fission)

- 借助细胞横分裂而繁殖
- 少数酵母：如裂殖酵母属



3、无性孢子



(二) 有性繁殖

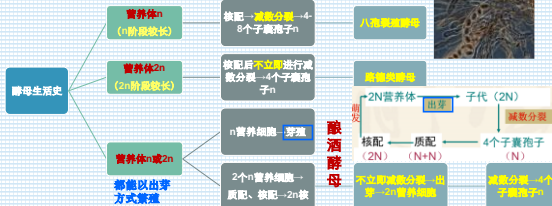
- 1、质配：异性细胞(n)靠近→突起接触→细胞壁消失→细胞质融合→异核体
- 2、核配：细胞核融合→接合子(2n核)
- 3、子囊形成：移入产孢子培养基(营养I)→营养细胞→子囊
- 4、孢子形成：子囊内的核→减数分裂→子囊孢子(n)
- 5、子囊孢子释放：萌发→酵母细胞(n)



(三) 酵母菌的生活史 (表3-4)

视频：酿酒酵母的生活史
<https://b23.tv/eUGdOE>

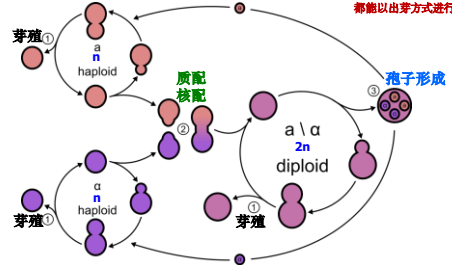
单倍体和双倍体细胞均可独立存在，根据存在类型，酵母生活史分为3类：



酿酒酵母(*S. cerevisiae*)生活史

真酵母：无性繁殖+有性繁殖

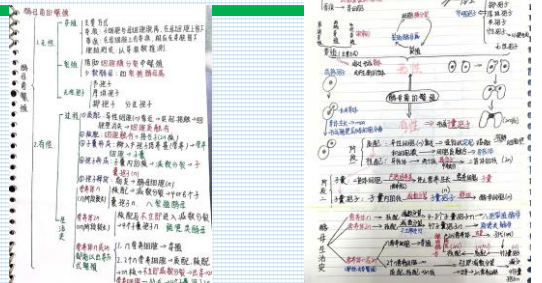
单倍体和二倍体阶段同等重要
 都能以出芽方式进行繁殖

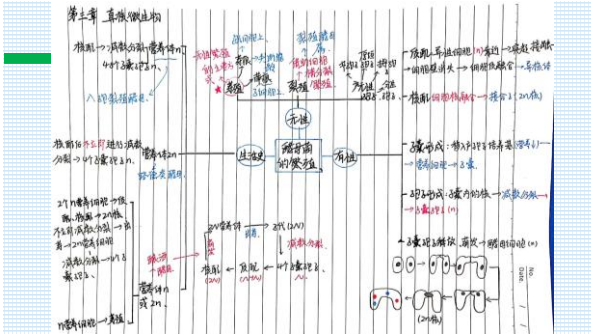


思考：酿酒酵母何时进行无性繁殖？合适进行有性繁殖？

- 无性繁殖：环境条件较好时
- 有性繁殖：环境条件恶劣时（需要诱导）

优秀思维导图——酵母的繁殖





六、酵母菌的菌落

- 1、外形：与细菌极为相似
- 2、特征（固体培养基）

- 表面：**湿润黏稠**
- **易挑取**
- **菌落大而厚**
- **颜色单调：多乳白色、少数红色、黑色等**
- **气味：多有宜人酒香**



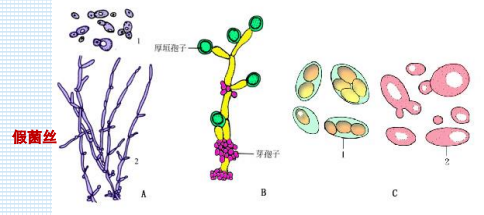
各种酵母菌的菌落

酵母菌和细菌菌落的区别

菌落特征	酵母菌	细菌
含水状态	较湿	很湿或较湿
外观形态	大而突起	小而突起或大而平坦
透明度	稍透明	透明或稍透明
颜色	单调， 一般乳脂或矿烛色， 少数红色或黑色	多样
正反面颜色	相同	相同
与培养基结合程度	不结合	不结合

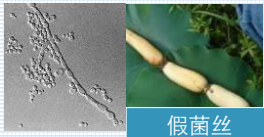


七、几种常见酵母菌



A: 热带假丝酵母 B: 白假丝酵母 C: 酿酒酵母

酵母菌菌丝



假菌丝



真菌丝

芽殖后，子细胞不立即脱离母细胞，其间仅以狭小面积相连，形成**藕节状**细胞串。

芽殖后，细胞相连，其横隔面积与细胞直径一致，形成**竹节状**细胞串。

目录

第三章 真核微生物

- 第一节 概述
- 第二节 酵母菌
- 第三节 霉菌



对分易讨论：大米长期在潮湿环境中储存，颜色会慢慢变黄、甚至霉变，这时即使将其煮熟也不能再食用。这是为什么？请谈结合微生物学知识进行分析。

- **陈俊芳：**大米长期在潮湿的环境中储存，颜色会慢慢变黄，甚至霉变，这是因为可能产生了黄曲霉。霉变的大米最好不要吃，因为大米里面有**黄曲霉**，这些霉菌是洗不掉的，而且要非常高的温度才能杀死它们，煮熟的大米中也可能会有黄曲霉没被杀死，所以最好不要食用霉变的大米。
- **高羽彤：**因为霉变的大米中**黄曲霉**和细菌大量增殖，摄入体内之后会刺激胃黏膜和肠道，容易引发多种疾病；其中黄曲霉毒素是一种致癌物质，会破坏人体免疫力，在煮饭的温度下无法将其杀死，更无法清洗。故无法食用发霉的大米
- **张梓芮：**发霉的大米会产生黄曲霉毒素，**黄曲霉毒素**非常耐热，家庭的烹饪温度一般无法破坏它的结构，只有通过长时间的高温加热，才能使其大部分失活。因此即使煮熟了也不能达到杀菌的目的，容易中毒。
- **程茜：**大米在潮湿的环境中长期储存会发生霉变，这样的大米含有大量的**霉菌**，而霉菌在高温下并不能完全杀灭，必须长期高温加热高压消毒才能彻底消除。如果吃了发霉的大米，可能会导致霉菌随食物进入胃肠道，从而引起腹痛、腹泻、恶心、呕吐等胃肠道不适症状，严重者还可能会引起食物中毒的情况。

1. 霉菌

2023-09-05 12:55:29

大米在潮湿环境中储存导致其发霉和霉变的主要原因是因为霉菌在潮湿环境中生长和繁殖，同时可能引发氧化反应。这些因素会导致米粒的糖原老化，使其变得不适合食用。以下是在这种情况下可以采取的措施：

1. 避免微生物生长：潮湿的环境提供了霉菌、细菌和酵母等微生物生长和繁殖的理想条件。这些微生物可以附着在米粒表面并渗入米粒内部，分解其中的淀粉和其他成分，导致米粒变软和发霉。
2. 氧化反应：氧气可以在潮湿环境中进一步促进米粒的氧化。氧化是一种与氧气相互作用的化学过程，会导致食物中的脂肪和其他有机分子分解，产生不良气味和味道，并降低食品的营养价值。
3. 霉菌产生毒素：一些霉菌在大米上生长时可以产生毒素。这些毒素对人体健康有害。当大米受到霉菌污染时，即使煮熟，也不能去除这些毒素，因此不适合食用。

黄曲霉、黄曲霉毒素、黄曲霉毒素你分得清楚吗？

- **原因：**水分含量高、温度→霉菌繁殖→大米变黄（粮食、花生等）
- **结果：**产生毒素——黄曲霉毒素（**黄曲霉**和**寄生曲霉**等）
- **毒性：**经消化道吸收毒素进入人体而中毒，世界卫生组织将**黄曲霉毒素**列为1类致癌物。

目录

第三章 真核微生物

- 第一节 概述
- 第二节 酵母菌
- 第三节 **霉菌**



霉菌(mould, mold)——丝状真菌(filamentous fungi)

引起霉变、菌丝体发达、不产生大型子实体的真菌

- 一、霉菌与人类
- 二、霉菌的**形态结构**
- 三、霉菌的**繁殖**方式和结构
- 四、霉菌的**菌落**
- 五、与人类关系密切的几种霉菌



Zhou et al., 2022. Front Cell Infect Microbiol

一、霉菌与人类

- 当你尝到**酱油**，会想到大豆；喝一口美酒，会想到**糯米**~~~~~
- 当农民咒骂让稻米枯死的**稻热病**，人们会想到**真菌**；看到枯萎的玉米田，会想到**真菌**~~~~~
- 然而，**真菌**在我们的生活中一直扮演着看似**微不足道**，但实际**十分重要**的角色。

一、霉菌与人类 分布广、作用大、与人类关系密切

益

有机酸:柠檬酸、葡萄糖酸等
抗生素:青霉素
酶制剂:纤维素酶、植酸酶等
传统食品:酱油、腐乳等
生防制剂:杀昆虫、线虫等

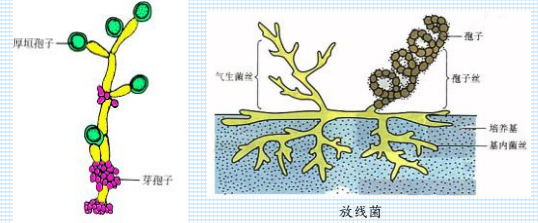
害

霉变:农副产品、食品、衣物等
致病:灰指甲、皮癣、马铃薯晚疫病、小麦锈病等
毒素:黄曲霉毒素(致癌)



二、霉菌的形态结构

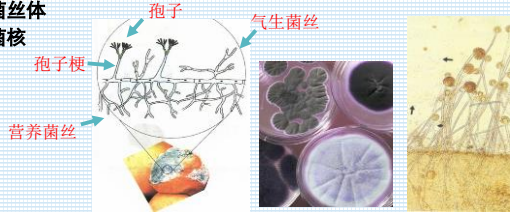
有菌丝形态的菌类?



白假丝酵母(白色念珠菌, *C. albicans*)

二、霉菌的形态结构

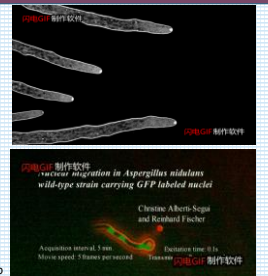
- (一) 菌丝
- (二) 菌丝的细胞结构与细胞壁
- (三) 菌丝体
- (四) 菌核



(一) 菌丝 (hypha)

菌丝 (hypha; hyphae) 类似单个菌
 菌丝体 (mycelium) 类似单个菌落

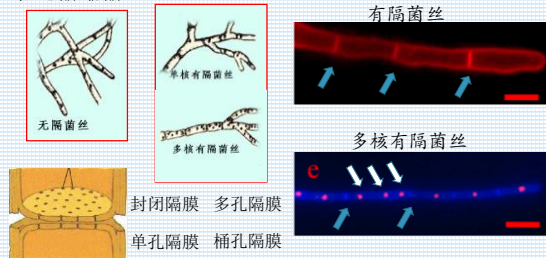
- **菌丝:** 真菌营养体的基本单位
- **大小和构造:** 比放线菌粗约10倍, 与酵母相似
- **生长:** 菌丝顶端细胞的不断延伸, 核增多
- **菌丝形态各异: 分类依据**
- **类型:** 无隔菌丝、有隔菌丝



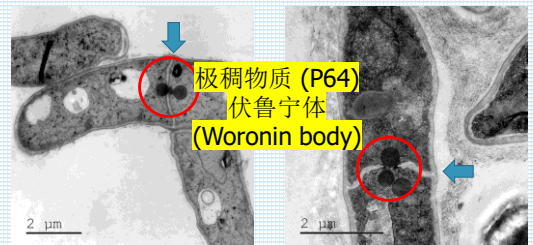
<https://www.iab.kit.edu/microbio/1085.php>

无隔菌丝与有隔菌丝

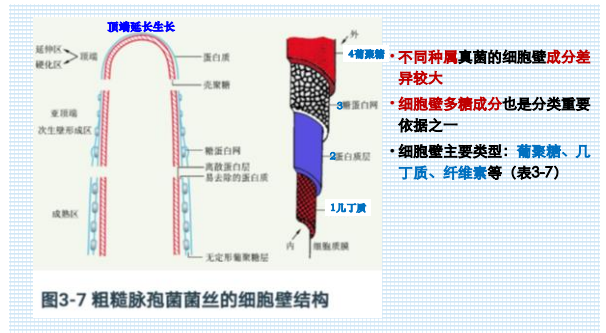
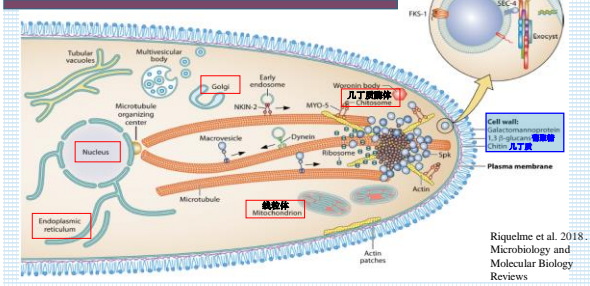
如: 毛霉属、根霉属 如: 木霉属、青霉属、曲霉属



隔膜 (septum)

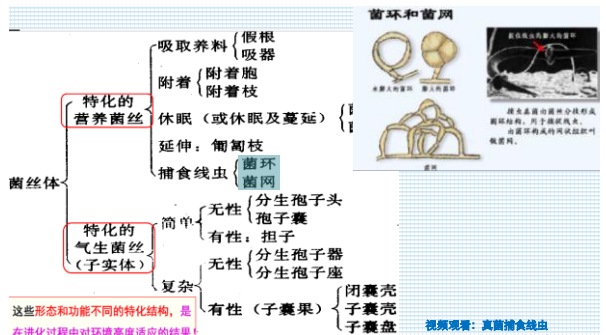
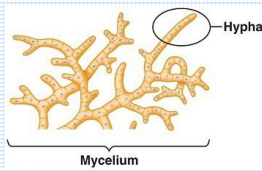


(二) 菌丝细胞结构与细胞壁 (表3-6)



(三) 菌丝体 (mycelium)

- ✓ 菌丝体: 许多菌丝相互交织而成的一个菌丝集团
- ✓ 两类菌丝: 适应环境, 呈现各种特殊形态与功能



真菌能形成多种类型的捕食器官

- 主要包括:
- 三维菌网 (B)
- 黏球 (C)
- 收缩环 (D)
- 非收缩环 (E)
- 黏球 (F)
- 黏性菌丝 (G)

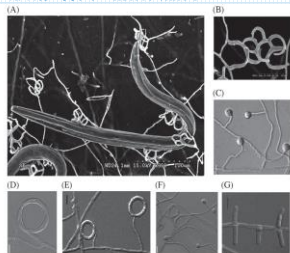
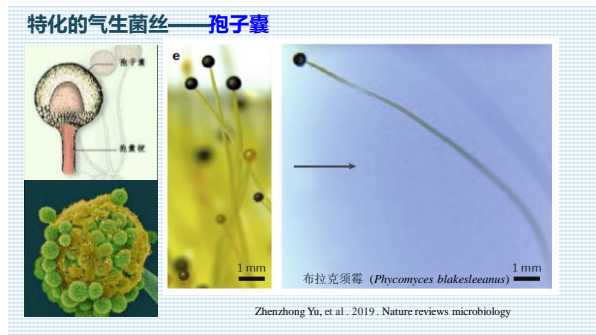
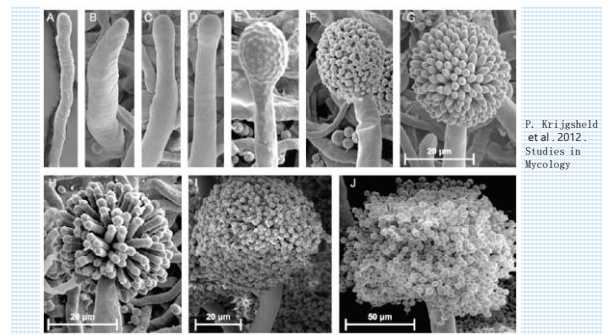
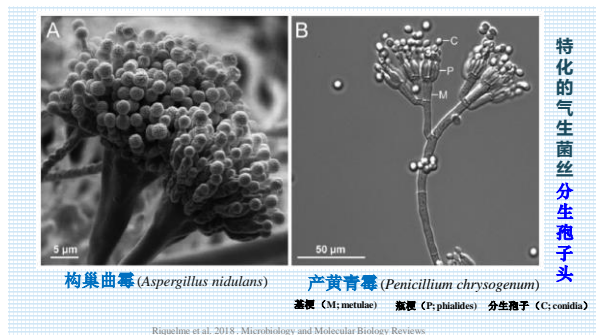
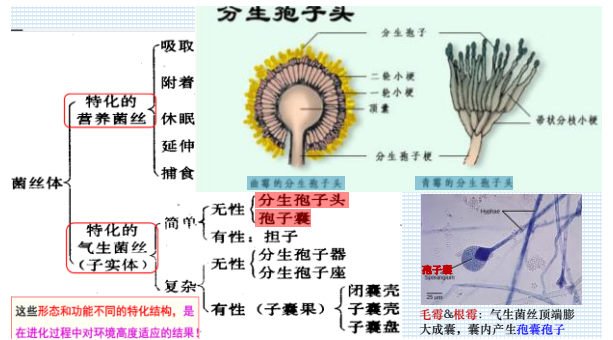
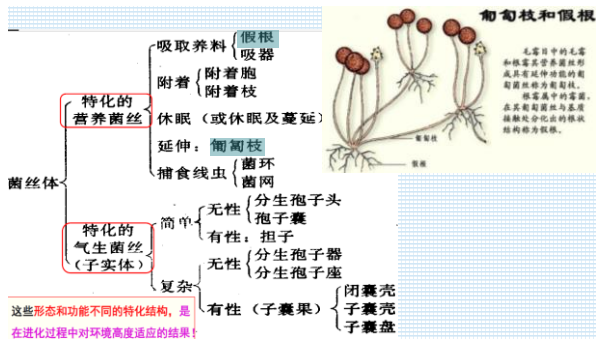


Fig. 1. Diversity of traps produced by nematode-trapping fungi. (A) Nematode *Caenorhabditis elegans* captured by *Deletzeromyces oligosporus*. (B) Adhesive networks of *A. oligosporus*. (C) Adhesive bands of *Mucronosporium oligosporum*. (D) Contracting rings of *M. ambloplitis*. (E) Noncontracting rings of *M. longipes*. (F) Adhesive bands and non-contracting rings of *M. conoides*. (G) Adhesive columns of *M. conopsea*. Scale bars: (C, E, G) 10 μm. (A, B) reproduced from Yang et al. (2011); (C, G) reproduced from Zhang & Ma (2006).

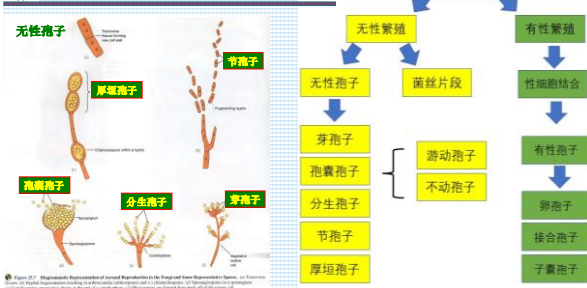
Yang et al. 2011. Plos Path



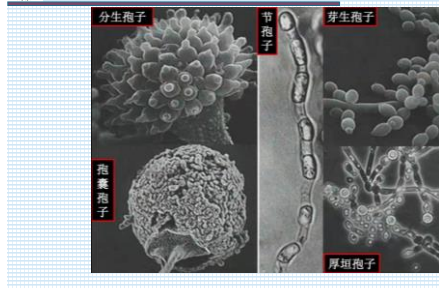
捕食线虫真菌视频 德国KIT大学 费舍尔课题组 <https://www.sab.kit.edu/microbio/1085.php>



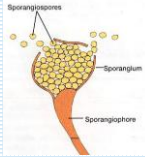
三、霉菌的繁殖方式和结构



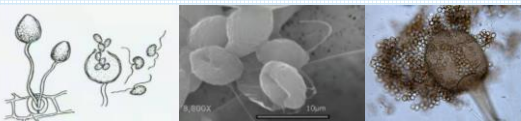
(一) 无性繁殖和无性孢子



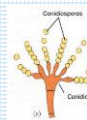
1、孢囊孢子(sporangiospores)



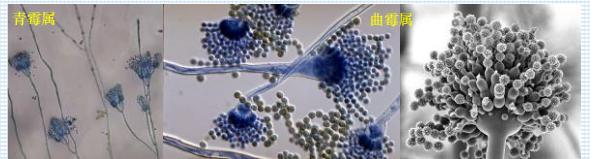
- > 游动孢子: 鞭毛、能游动 → 鞭毛菌亚门 绵霉属
- > 不动孢子: 无鞭毛、不能游动 → 结合菌亚门 根霉属



2、分生孢子 (conidium)

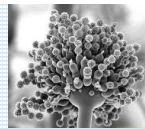


- > 由分生孢子梗顶端细胞特化而长
- > 曲霉属、青霉属: 形状不同



米曲霉 (*Aspergillus oryzae*)

- 亚洲饮食中有重要地位
- 发酵大豆: 酱油、味噌、甜面酱等
- 糖化稻米等粮食: 酿酒

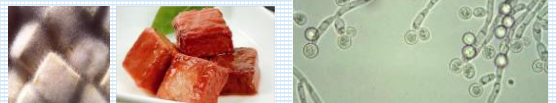
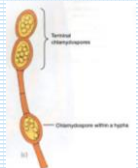


红曲霉 (*Aspergillus oryzae*)

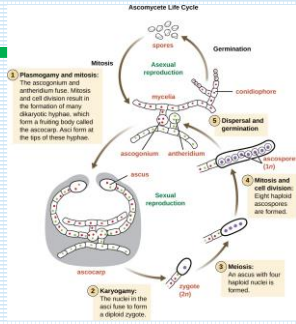


3、厚垣孢子

- > 部分菌丝细胞质浓缩变圆, 细胞壁加厚
- > 毛霉属
- > 主要用途: 产生蛋白酶、淀粉酶等 → 制作腐乳、豆豉等



子囊菌生活史



霉菌有性孢子繁殖的特点:

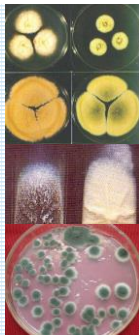
- ◆ 如无性繁殖常见与普遍: **多发生在特定条件下**, 自然条件下较多, 在一般培养基上不常见。
- ◆ **有性繁殖方式**: 因菌种不同而异。
- ◆ **核配后一般立即进行减数分裂**: 菌体染色体数目为单倍, 双倍体只限于接合子。
- ◆ **有性孢子**: 卵孢子、接合孢子、子囊孢子等。

四、霉菌的菌落

- ✓ **菌落较大**
- ✓ **质地疏松**, 外观干燥, 不透明
- ✓ **呈现或紧或松的蛛网状、绒毛状或絮状**
- ✓ **菌丝粗而长**
- ✓ **不易挑取**
- ✓ **菌落正反面的颜色、边缘与中心的颜色常不一致**

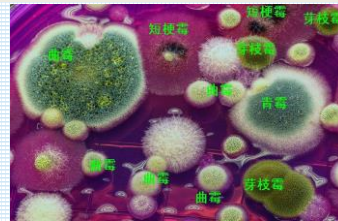


Zhou et al., 2022. Front Cell Infect Microbiol



霉菌的菌落特征也是分类依据之一

各种霉菌, 在一定培养基上形成的菌落大小、形状、颜色等相对稳定

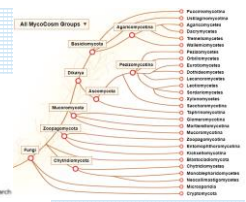
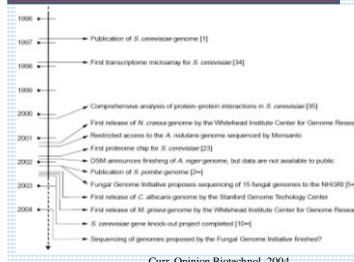


霉菌与其他微生物的比较(表3-11)

微生物类别	细菌	酵母菌	菌丝状微生物
菌落	含水状态	快速或较慢	干燥或黏干性
主要形态	小菌突起或大菌团	小菌突起	大而疏松或大而致密
菌丝	相互关系	单个分枝或成一定排列形式	网状交织
菌丝形态特征	小菌均 $\leq 10\mu$ 个别有芽胞	大菌分化	粗细均匀
菌落透明度	透明或不透明	透明	不透明
菌落与培养基结合程度	不结合	不结合	牢固结合
菌落颜色	多样	单一, 一般呈乳白或白色, 少数呈淡黄色	十分多样
菌落定形	相同	相同	一般不同
菌落边缘	一般看不到边缘	可见球状、卵圆状或网状	可见毛线状、辐射状
菌落生长速度	一般很快	较慢	一般很快
气味	一般无臭味	多有酒香味	常有腐败味、往往有毒味



五、与人类关系密切的几种霉菌(表3-12)



Igor Vet al., 2014. Nucleic Acids Research,

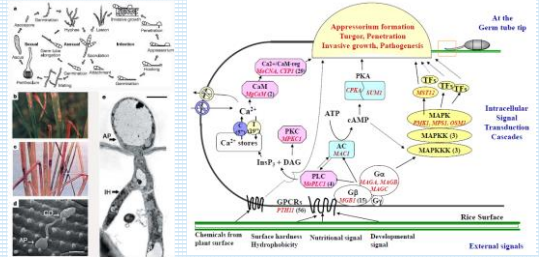
白僵菌——昆虫病原真菌



罗伯特绿僵菌 *Metarhizium robertsii* 球孢白僵菌 *Beauveria bassiana* 蛹虫草 *Cordyceps militaris*
 金龟子绿僵菌 *Metarhizium anisopliae* 冬虫夏草 *Ophiocordyceps sinensis*

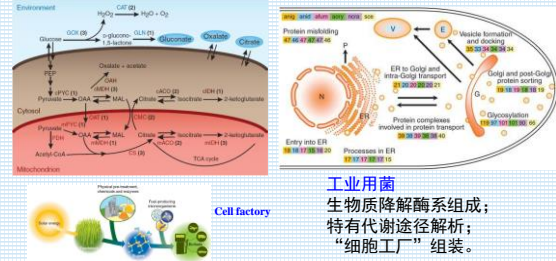
图片来源 中科院上海生命科学研究院植物生理生态研究所 王成树研究员

植物病原真菌 The genome sequence of the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae* Nature, 2005, 434: 980.



工业霉菌

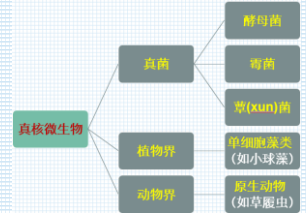
Genome sequencing and analysis of the versatile cell factory *Aspergillus niger* CBS 513.88 *Nature Biotechnology* 2007



工业用菌
 生物质降解酶系组成；
 特有代谢途径解析；
 “细胞工厂”组装。

总结：有关真菌 (fungi) 的几个概念

**真菌
酵母菌
霉菌**



1、酵母菌的概念

- **单细胞真菌**
- 能发酵**糖类**产能（乙醇和二氧化碳）
- 无性繁殖主要通过**出芽或裂殖**
- 有性繁殖通过形成**子囊孢子**

2、霉菌的概念

- “**丝状真菌**”的统称（**不是分类学上的名词**）
- **菌丝体**发达
- 引起**霉变**
- 不产生大型子实体
- **小型真菌**
- **无性和有性**两种方式繁殖

3、真菌的概念

- 一类低等的真核微生物
- 无光合色素、不能进行光合作用
- 具有发达的菌丝体，菌丝呈顶端生长
- 细胞壁多含几丁质
- 异养型
- 多以无性和有性两种方式繁殖，可产生大量孢子