



第二节

食品的生物性污染 及其预防

概念：指食品受到细菌及其毒素、真菌及其毒素、病毒、寄生虫及其虫卵的污染，其中细菌及其毒素污染常见。

- 致病微生物可引起人体急性中毒；
- 相对致病微生物通常下不致病，但在特殊条件下对人体致病；
- 非致病微生物一般不会引起疾病，但常是导致食品腐败变质的主要原因；

一、食品腐败变质 (food spoilage)

- 食品在微生物为主的各种因素作用下，造成其原有化学性质或物理性质发生变化，降低或失去其营养价值的过程。



(一) 食品腐败变质的原因和条件

1、微生物

- ◆ 在食品腐败变质过程中起重要作用的是细菌、酵母和真菌，但通常细菌更占优势

2、食品本身的组成和性质

- ◆ 酶、营养成分、水分、理化性质 (pH、渗透压)、抑菌成分、生物结构

3、环境因素

- ◆ 温度、氧气、湿度

(二) 食品腐败变质的化学过程

1、食品中蛋白质的分解

- ◆ 食物蛋白在细菌蛋白酶和肽链内切酶等作用下，先后分解为胨、肽、氨基酸，及其它含氮低分子物，再在相应酶作用下进一步分解为多种腐败产物；
- ◆ 酪氨酸、组氨酸、精氨酸和鸟氨酸在细菌脱羧酶的作用下分别生成酪胺、组胺、尸胺及腐胺，后两者均具有恶臭气味；
- ◆ 色氨酸脱羧基后形成色胺，又可脱掉氨基形成甲基吲哚而具有粪臭味；
- ◆ 含硫的氨基酸在脱硫酶作用下可脱掉硫产生具有恶臭味的硫化氢；

2、食品中脂肪的酸败

- ◆ 主要是经水解与氧化产生相应的分解产物；
- ◆ 中性脂肪分解为甘油和脂肪酸，随后进一步氧化为低级的醛、酮、酸等；
- ◆ 不饱和脂肪酸的双键被氧化形成过氧化物，进一步分解为醛、酮、酸；不饱和脂肪酸含量越高的食品越容易氧化；
- ◆ 后果：带有特殊的刺激性臭味；必需脂肪酸的破坏；脂溶性维生素和色素的破坏；

3、碳水化合物的分解

- ◆ 碳水化合物在微生物或动植物组织组织中酶的作用下，经过产生双糖、单糖、有机酸、醇、醛等一系列变化，最后分解成二氧化碳和水；
- ◆ 主要变化是酸度升高，也可伴有其它产物所特有的气味，如醇味；

（三）食品腐败变质的鉴定指标

1、感官鉴定

通过视觉、嗅觉、触觉、味觉、组织形态对食品卫生质量的鉴定

2、化学鉴定

- （1）挥发性盐基总氮；
- （2）三甲胺；
- （3）组胺；
- （4）K值；
- （5）pH的变化；
- （6）过氧化值和酸价；

3、物理指标

食品浸出物量、浸出液电导度、折光率、冰点、黏度等

4、微生物检验

菌落总数和大肠菌群

（四）食品腐败变质的食品卫生学意义

- ◆ 感官性状发生改变
- ◆ 营养成分分解，营养价值严重降低
- ◆ 增加了致病菌和产毒真菌等存在的机会，可引起人体不良反应或食物中毒

（五）食品腐败变质的处理原则

- ◆ 必须以确保人体健康为原则
- ◆ 其次也要考虑具体情况

(六) 防止食品腐败变质的措施

- 1、食品的化学保藏：盐腌法和糖渍法、酸渍法、防腐剂保藏
- 2、食品的低温保藏：食品的冷藏、冻藏
- 3、食品的加热杀菌保藏：常压杀菌、加压杀菌、超高温瞬时杀菌、微波杀菌
- 4、食品的干燥脱水保藏：日晒、阴干、喷雾干燥、减压蒸发、冷冻干燥
- 5、食品辐照保藏

二、真菌与真菌毒素对食品的污染及其预防

（一）概述

真菌毒素：指真菌在其所污染的食品中产生的有毒代谢产物，它们可通过食品或饲料进入人和动物体内，引起急性或慢性危害。



1、真菌产毒的特点

- ◆ 真菌产毒只限于少数产毒真菌，而产毒菌种中也只有部分菌株产毒；
- ◆ 同一产毒菌株的产毒能力有可变性和易变性；
- ◆ 产毒菌种所产生真菌毒素不具有严格专一性；
- ◆ 产毒真菌产生毒素需要一定的条件；

2、真菌产毒的条件

- (1) 基质：真菌在天然食品上比在人工合成的培养基上更易繁殖，不同真菌菌种易在不同食品中繁殖。
- (2) 水分：食品中水分对真菌繁殖与产毒具有重要作用。
- (3) 湿度：在不同相对湿度中，易于繁殖的真菌也不同。
- (4) 温度：大多数真菌繁殖最适宜的温度为25~30℃，在0℃以下或30℃以上时，不能产毒或产毒能力减弱。
- (5) 通风情况：大部分真菌繁殖和产毒需要有氧条件，但毛霉、庆绿曲霉是厌氧菌并可耐受高浓度的CO₂。

3、主要产毒真菌

- ◆ **曲真菌属**：黄曲霉、赭曲霉、杂色曲霉、烟曲霉、构巢曲霉、寄生曲霉等。
- ◆ **青真菌属**：岛青霉、桔青霉、黄绿青霉、扩展青霉、圆弧青霉、皱褶青霉和荨麻青霉等。
- ◆ **镰刀菌属**：禾谷镰刀菌、梨孢镰刀菌、拟枝孢镰刀菌、三线镰刀菌、雪腐镰刀菌、粉红镰刀菌等。
- ◆ **其它菌属**：绿色木霉、漆斑菌属、黑色葡萄状穗霉等。

4、真菌和真菌毒素的食品卫生学意义

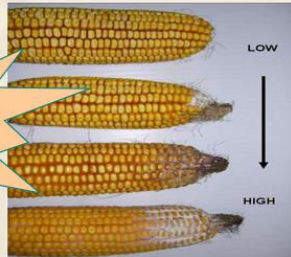
(1) 真菌污染引起食品变质

真菌污染食品



食品的腐败变质
食品呈现异样颜色
产生霉味等异味
食用价值降低，
甚至完全不能食用

真菌污染原料



食品原料的加工品质下降
出粉率降低
出米率下降
黏度降低

(2) 真菌毒素引起人畜中毒

没有传染性

明显的地方性
和季节性

临床症状表现多种，
较为复杂

急性中毒，
慢性中毒，
致癌、致畸

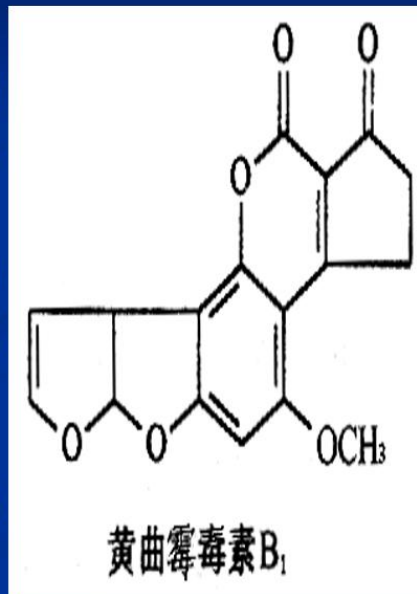
5、主要真菌毒素

- 黄曲霉毒素、赭曲霉毒素、杂色曲霉毒素、岛青霉素、黄天精、环氯素、展青霉素、桔青霉素、皱褶青霉素、青霉酸、单端孢霉烯族化合物、玉米赤霉烯酮

❁ 黄曲霉毒素（AF或AFT）

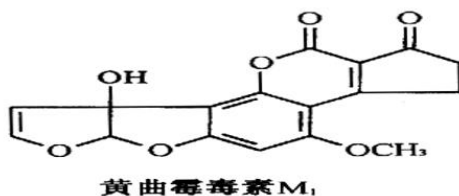
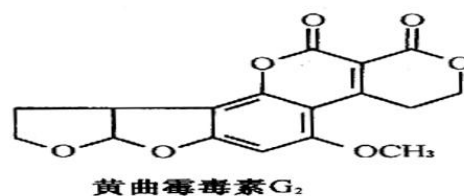
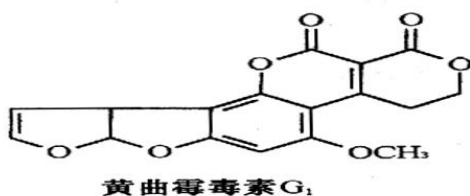
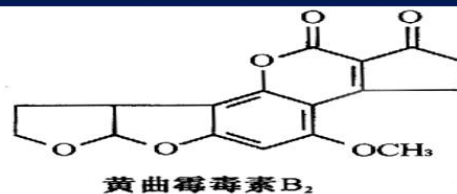
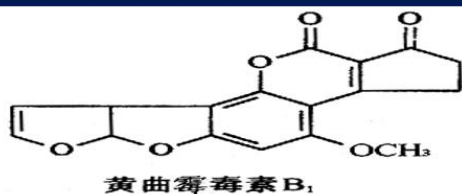
（1）AF的化学结构及性质

- ◆ 是黄曲霉和寄生曲霉的代谢产物
- ◆ 基本结构都有二呋喃环和氧杂萜邻酮，在紫外线下都发生荧光
- ◆ AF毒性与其结构有关，凡二呋喃环末端有双键者毒性较强并有致癌性
- ◆ 粮油食品中AFB₁污染最常见，其毒性最强，常作为污染监测指标



- ◆黄色结晶，不溶于水，溶于油脂、甲醇等，而不溶于正己烷，石油醚，乙醚；
- ◆耐热，**280°C裂解**；
- ◆碱性条件下，氧杂萜邻酮（香豆素）形成香豆素钠盐溶于水而被洗脱；

AF毒性大小顺序： $B_1 > M_1 > G_1 > B_2 > M_2, G_2$



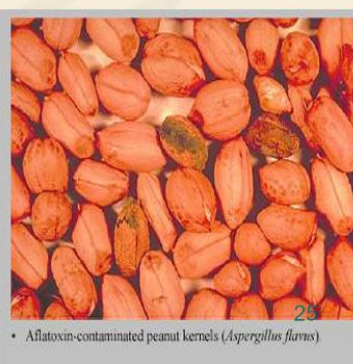
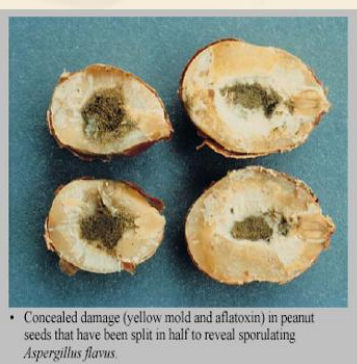
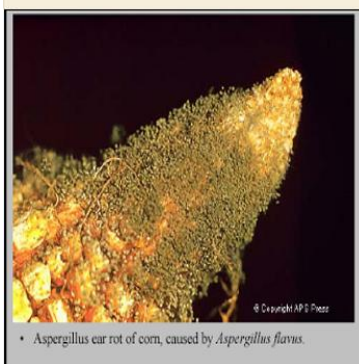
(2) 黄曲霉的产毒条件和对食品的污染

✿产毒条件:

- ◆黄曲霉生长产毒的温度范围是 $12^{\circ}\text{C}\sim 42^{\circ}\text{C}$ ，最适产毒温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 33^{\circ}\text{C}$ ，最适 A_w 值为 $0.93\sim 0.98$ ；相对湿度80%以上；食品含水量15%以上。
- ◆黄曲霉在水分为18.5%的玉米、稻谷、小麦上生长时，第3d开始产生AF，第10d产毒量达到最高峰，以后便逐渐减少。

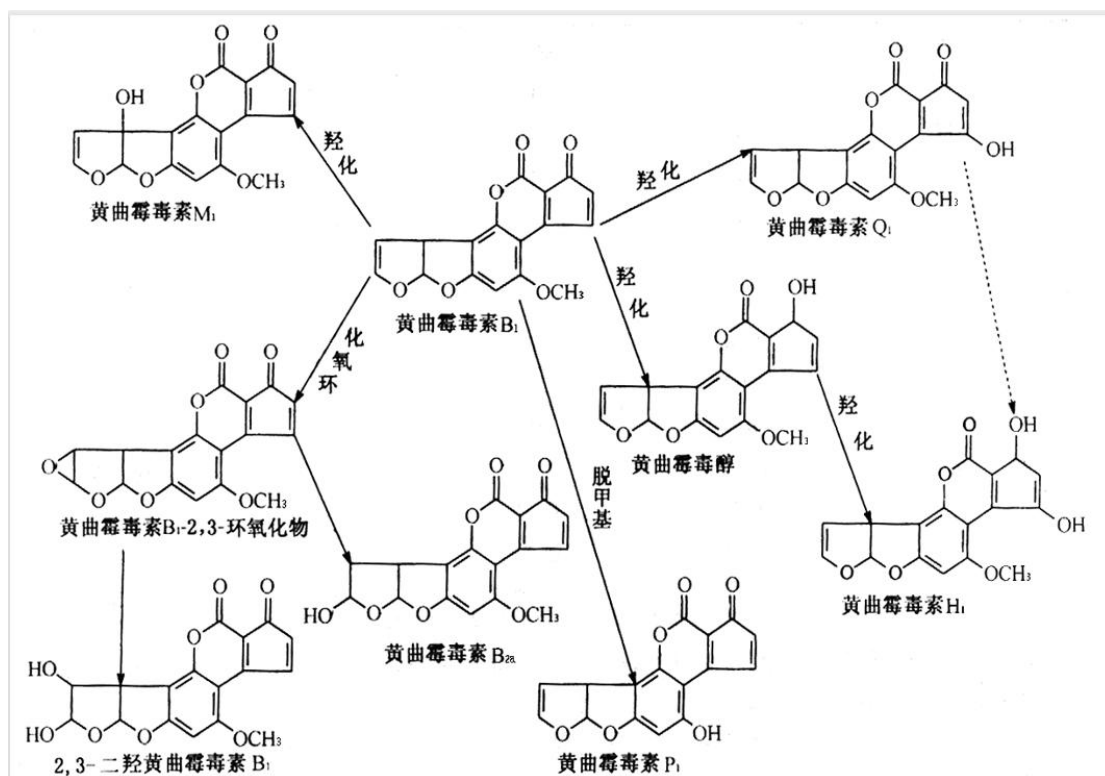
✿被污染食品:

- ◆主要为玉米、花生；其次是稻谷、小麦、大麦、豆类等；
- ◆我国还有干果类食品，如胡桃、杏仁、榛子；动物性食品，如奶及奶制品、肝等。



(3) 代谢途径与代谢产物

- ◆ AFB₁在肝脏混合功能氧化酶系的作用下进行代谢，代谢途径为羟化（解毒）、脱甲基（解毒）和环氧化反应（毒性增强）；
- ◆ AF的代谢产物除AFM₁大部分从乳中排出外，其余可经尿、粪及呼出的CO₂排泄。



(4) 毒性

- ◆ **急性毒性：**AFB₁是一种毒性极强的剧毒物，最敏感的动物是鸭雏；**急性毒作用是肝脏毒。**
- ◆ **慢性毒性：**主要表现为动物生长障碍，**肝脏出现亚急性和慢性损害。**如肝实质细胞变性和灶性坏死、肝实质细胞增生、以及胆管的囊性增生等。

AFB₁与其它毒物的LD₅₀ (mg/kg) 比较

名称	LD ₅₀	倍数
AFB₁	0.335	1
666	300	1360
DDT	200	630
As₂O₃	30	63
KCN	3	10

- ◆**致癌性：**黄曲霉毒素是目前已知最强的致癌物之一。肝脏作为主要的靶器官，可诱发原发性肝细胞肝癌。其致癌性是二甲基亚硝胺的75倍，苯并芘的4000倍。
- ◆动物实验中其他器官的肿瘤也有发生：前胃肿瘤、纤维瘤、肾小管腺瘤、泪腺癌、垂体腺瘤、睾丸间质细胞瘤、甲状腺瘤等。

❁黄曲霉毒素与人类健康的关系

- ◆1974年印度西北地区由于摄入霉变玉米导致397人中毒，其中108人死亡，玉米中AFB₁含量达到6.25~15mg/kg。
- ◆非洲撒哈拉沙漠以南的高温高湿地区，AF污染较严重，当地居民肝癌的发生率较高；而埃及等干燥地区，AF污染食品不严重，肝癌发病少。

- ◆ 菲律宾某些玉米、花生酱受AF污染严重的地区，当地居民肝癌的发生率较一般地区高7倍。
- ◆ 我国两广地区肝癌高发也有类似情况。
- ◆ 尽管有人认为乙肝病毒感染是原发性肝癌的主要原因，但最新研究表明，原发性肝癌发病机制中AF的暴露水平比乙肝病毒的感染及流行更为重要。

(5) 预防措施

❖ **食品防霉：最根本措施，预防食品被黄曲霉污染**

A：田间耕作：防虫、防倒伏及时晾晒

**B：贮藏：控制水分，粮食的安全水分<13% ，
玉米<12.5%,花生8%**

降温：T<10°C 湿度<70%

除氧：增加仓中N₂，CO₂

C：化学方法：防霉剂保存粮食



❖去除毒素

常用的方法有：

- ①挑选霉粒法；
- ②碾轧加工法：
- ③植物油加碱去毒法：
- ④物理去除法：加入活性炭或活性白陶土吸附
- ⑤加水搓洗法；
- ⑥紫外光照射：



❖制定食品中AF最高允许量标准 GB2761-2017(食品中真菌毒素限量)

◆我国主要食品中AFB₁限量标准如下：

玉米、花生仁及花生油：<20 μg/kg

大米、其他食用油：<10 μg/kg

其他粮食、豆类、发酵制品：<5 μg/kg

婴儿代配方食品：<0.5 μg/kg

◆我国还规定乳及乳制品、特殊膳食用食品中AFM₁含量不得超过0.5μg/Kg