

第五章

植物病原物的寄生性和致病性

一、寄生性：

一种生物从另一种生物活体内取得营养物质和水分而生存的能力。

两种营养方式：

- **活体营养**：病原物从活的植物组织或细胞中获得营养的方式。
 - 营活体营养方式的生物，称作活体寄生物。
- **死体营养**：病原物先杀死寄主植物的组织和细胞，然后从中吸取营养的方式。
 - 营死体营养方式的生物称作死体寄生物。

- 活体寄生物又称作专性寄生物
 - 白粉菌、霜霉菌、锈菌
 - 韧皮部寄生菌、植原体
 - 植物病毒、类病毒
 - 寄生性植物
 - 植物病原线虫
- 非专性寄生物：
 - 多数真菌
 - 多数植物病原原核生物

二、致病性：

病原物具有的破坏寄主引起病害的能力。

- 毒性 (virulence)：在寄主对病原物专化性抗性系统中表示病原物致病力的强度。
- 侵袭力 (aggressiveness)：在寄主对病原物非专化性抗性系统中病原物致病力的强度。

三、寄生性与致病性的关系：

1. 寄生性是致病性的基础
2. 寄生性本身不能决定致病特点
3. 寄生能力不能决定致病能力
4. 寄生能力与寄主范围

四、病原物的寄生专化性和致病性分化：

- 寄生专化性：病原物对寄主范围的选择性。

- 变种 (variety, var.) 或专化型 (forma speciales, f. sp.)

指同一个种的寄生物，但对于不同属种的寄主致病力不同而划分的类型。

- 生物型：由遗传上一致的个体所组成的群体。

- 生理小种 (physiological race) : 病原物的种或变种之中, 形态上相似, 但培养性状、生理生化、致病力或其他特性上不同的生物型或生物型群。(对不同寄主的种或品种的致病能力不同)
- 按对同一个种的寄主的不同品种的致病力划分的。
- 不同生理小种间致病力的差异可以较大。

- 禾本科：黑麦属 燕麦属 小麦属
- 禾本科柄锈病菌 (*Puccinia graminis*) 三个变种：
 - *P. graminis* f. sp. *tritici* (小麦)
 - *P. graminis* f. sp. *secalis* (黑麦)
 - *P. graminis* f. sp. *avenae* (燕麦)

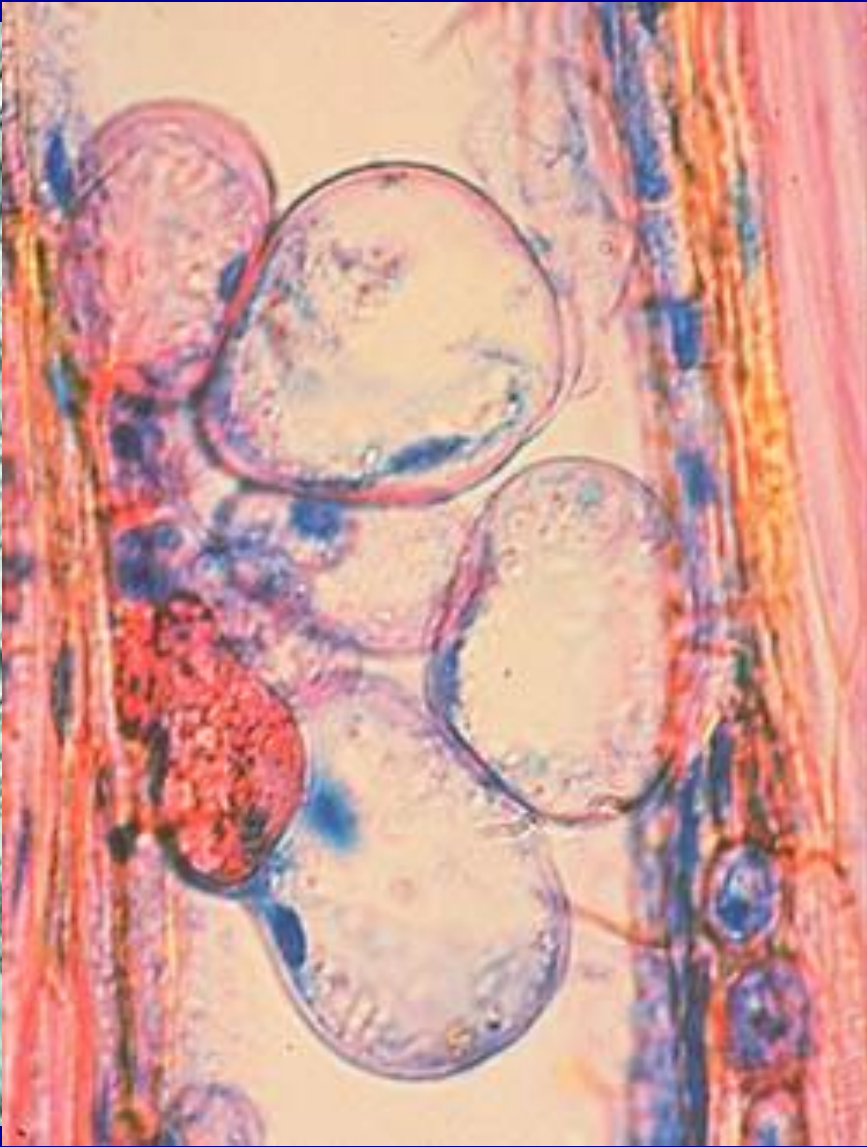
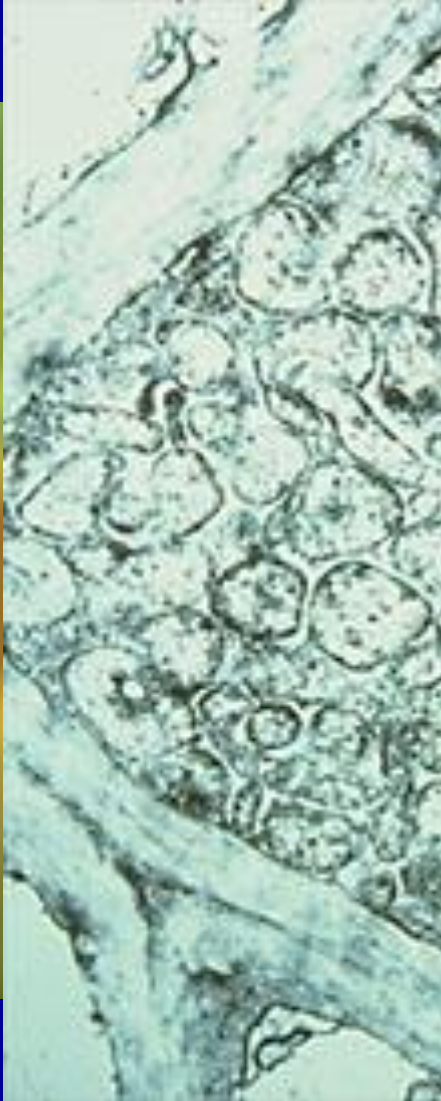
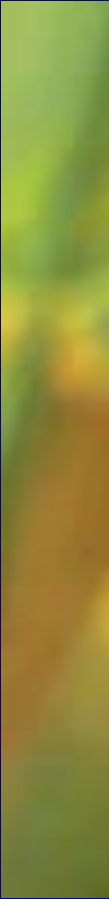
五、植物病原物的致病机制

（一）夺取寄主植物的营养物质和水分

- 寄生性种子植物

（二）机械作用

- 真菌子实体使植物表皮破裂
- 导管的阻塞



(三) 酶

- 角质酶：直接侵入
- 细胞壁降解酶：果胶酶、纤维素酶、半纤维素酶和木质素降解酶
- 淀粉酶、蛋白酶、脂酶

（四）毒素的作用

- 植物毒素（phytotoxin）：植物病原真菌和细菌产生的、在非常低的浓度下对植物有毒害作用的物质。
- 作用位点：植物的细胞质膜、线粒体、叶绿体以及特定的酶类。

（五）生长调节作用

- 吲哚乙酸、细胞分裂素：肿瘤或发根症状
- 赤霉素：赤霉菌引发水稻恶苗病
- 乙烯：
 - 感染病害的果树，果实早熟
 - 黄萎病菌落叶型菌系侵染造成棉花植株早期落叶
- 脱落酸：感染棉花枯萎病的植株极度矮缩、节间缩短

(六) 信息调控作用

- 植物病毒干扰植物遗传信息的表达
- 基因沉默
- T-DNA

六、植物的抗病性

(一) 植物抗病性的概念：

指植物抵抗病原物侵染的能力

全面的定义：植物避免、抵抗病原物侵入、扩展与定殖以及减轻发病和损失程度的一类特性。

像植物的其他性状（生物学或农艺学）一样，
植物抗病性是抗病基因（基因型）在外界条件作用
下的外在表现（表现型）。

(二) 植物抗病性的分类：

- 免疫 (immune)
- 抗病 (resistant)
- 感病 (susceptible)
- 耐病 (tolerant)
- 避病 (escape)

免疫

- 寄主对病原物的侵染表现为完全不发病。



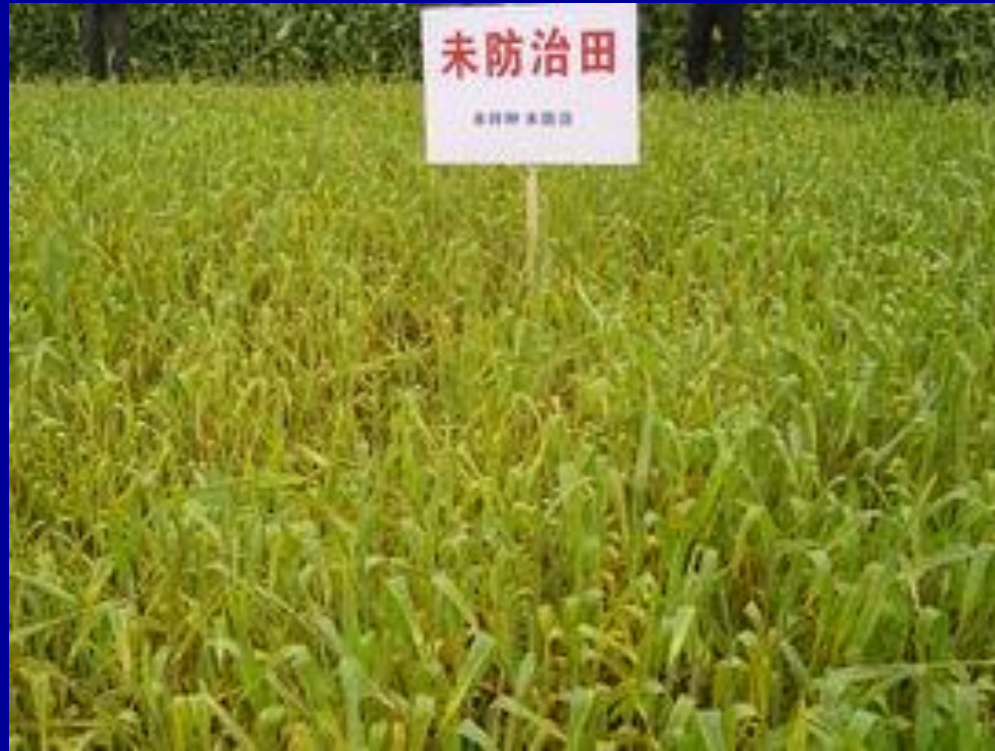
抗病

- 寄主受病原物侵染后发病轻微的为抗病；发病很轻的为高度抗病。
- 过敏反应：植物对病原物的侵染非常敏感，细胞迅速死亡。



感病

- 寄主被病原物侵染后发病较重的称为感病。



耐病

- 植物忍受病害的性能。
- 在外观上，类似感病品种，也发病，但是病害对产量的影响比感病品种小。
- 衡量耐病的标准是测定产量。

避病

- 指感病的植物在某种条件下，避免发病或避免病害严重发生。
- 与植物的形态和生理功能等特点有关。
- 植物可能因**时间错开**或**空间隔离**而躲避或减少了与病原物的接触，前者称为“时间避病”，后者称为“空间避病”。
- 避病现象受到植物本身、病原物和环境条件三方面因素以及相互配合的影响。
- **植物易受侵染的生育阶段与病原物有效接种体大量散布时期是否相遇**是决定发病程度的重要因素之一。两者错开或全然不相遇就能收到避病的效果。

垂直抗性和水平抗性

1. **小种专化抗病性** (race-specific resistance)：对锈菌、白粉菌、霜霉菌以及其它专性寄生物和稻瘟病菌等部分兼性寄生物，**寄主的抗病性仅仅针对病原物群体中的少数几个特定小种**，具有该种抗病性的寄主品种与病原物小种间有特异性的相互作用，也称为**垂直抗性** (vertical resistance)。

这种抗病性是由**主效基因控制的**，称为主效基因抗性、单基因抗性或寡基因抗性，**抗病效能较高**，是当前抗病育种中广泛利用的抗病性类别；其主要缺点是易因病原物小种组成的变化而“**丧失**”，在生产上这种抗性不稳定和不持久。

2. 非小种专化抗病性（race-non-specific resistance）：具有该种抗病性的寄主品种与病原物小种间没有明显特异性相互作用，也称为水平抗性（horizontal resistance），是针对病原物整个群体的一类抗病性。

病原物毒性不依寄主抗性基因的变化而变化，寄主品种没有它们自己所特有的病原物小种。

在遗传上抗性一般是由多个微效基因控制，也叫微效基因抗性或多基因抗性。这种抗性表现为中度抗病，稳定和持久。

(三) 寄主与病原物的相互作用

- 植物抗病性由基因控制，可遗传
- 病原物的致病性由基因控制，可遗传
- 植物与病原物的相互作用？

1. 基因对基因假说/理论

(gene-for-gene hypothesis/concept or theory) :

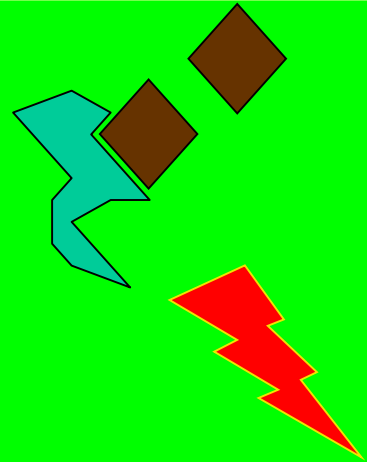
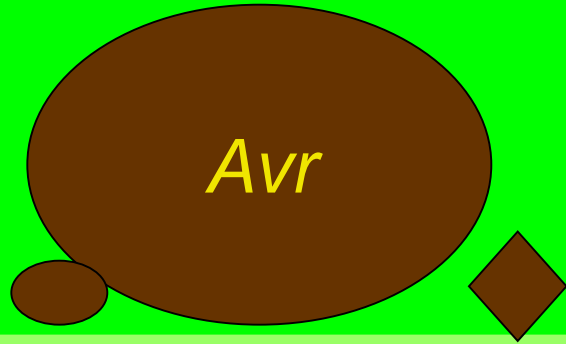
- Flor (1956):

亚麻锈病：病菌致病性与亚麻抗性遗传学系列实验

植物与病原物的相互作用

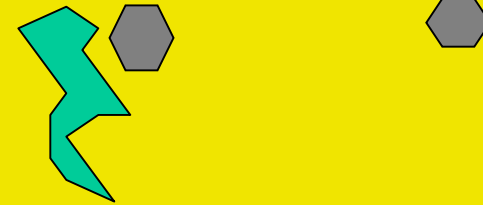
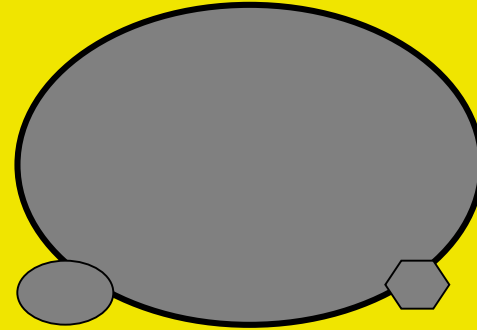
| 病原物的致病性基因 | 植物的抗病性基因 | |
|---------------|---------------|-----------------|
| | R (resistant) | r (susceptible) |
| A (avirulent) | + 非亲合 | - |
| a (virulent) | - | - |

非亲和反应 (A-R)



- 激发子受体识别，信号传导
- 激发植物抗性机制

亲和反应 (A-r, a-R, a-r)



- 不能成功识别
- 不能激发抗性机制

- 只存在于特定的病害系统中
- 寄主的抗病性和病原物的致病性是共同进化的，寄主与病原物的相互作用始终保持着动态的平衡
- 多基因抗性一般表现比较持久而稳定
- 在农业生产系统中，避免单一地、大面积种植一种品种，尤其是单基因抗性品种

2. 基因对基因理论实际应用：

(1) 生理小种鉴定中的鉴别寄主的改进：

根据基因对基因学说，小种鉴定时最好选用单基因鉴别寄主。

(2) 新小种形成的预测：根据基因对基因关系，用n个单基因抗病基因鉴别寄主，可鉴别出 2^n 个生理小种，它们的毒性基因型和品种致病范围皆可推知。

(3) 植物抗病基因型与病原物致病基因型的鉴定：可利用已知的抗病基因去鉴定未知的小种的毒性基因型，反之亦然。

- (4) 抗性机制的研究：使用含有和不含有某一抗病基因的近等基因系品种和相应的毒性和无毒性小种为材料研究抗病性机理。
- (5) 给寄主病原共同进化问题的研究提供了实验的和理论的支持。
- (6) 为抗病性分子育种提供理论指导。

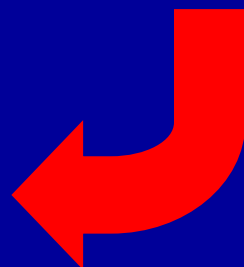
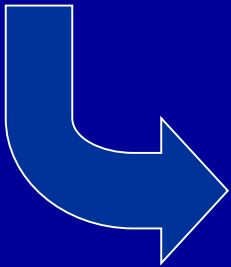
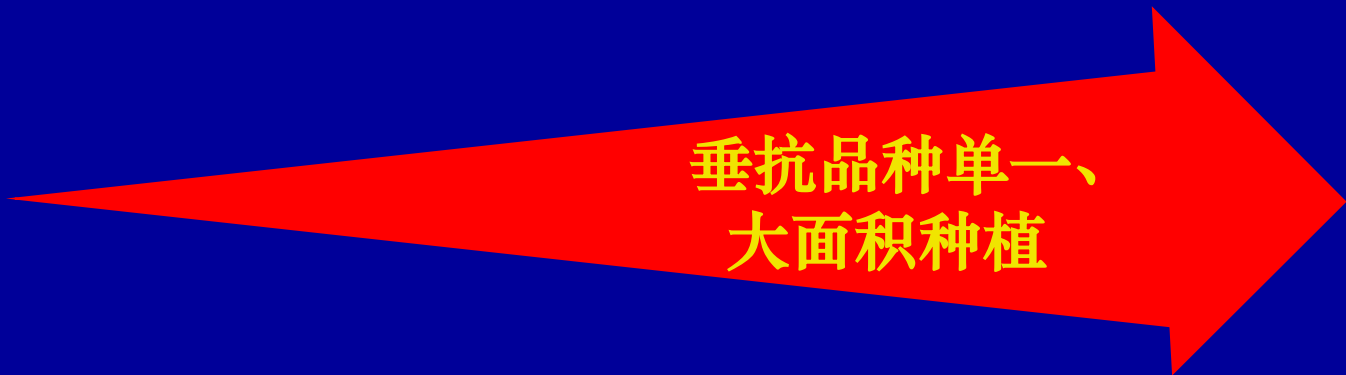
（四）定向选择、稳定化选择与 抗病性“丧失”现象

- 生物的进化过程：
 - 遗传：保持物种的相对稳定
 - 变异：适应环境的选择
 - 植物与病原物相互作用，存在着相互选择作用，彼此形成复杂的群体

- 定向选择：
 - 单基因或寡基因抗病性品种大面积种植
 - 病原物群体内相应的新的致病小种得以得天独厚的
发展，群体逐年增大
- 稳定化选择：通过寄主群体的抗病性对病原物的选择
使病原物群体组成趋向稳定

稳定化选择

定向选择



抗性“丧失”

（五）抗病性持久化策略

- 寄主植物的遗传多样性避免定向选择
- 多系品种混合种植
- 抗病基因的合理布局：控制易变区病菌的易变
- 抗病品种的轮换
- 水平抗性品种の利用

谢谢！