

# 第一章 麦类病害

# 小麦条锈病 (wheat stripe rust)

条锈病在世界麦区均有发生，我国主要发生在西北、西南、华北和淮北等冬麦区和西北春麦区，是小麦上为害最重的病害之一，在大流行年份可造成30%左右的产量损失,是我省小麦生产上的主要病害。1950、1964、1990年发生的三次大流行,分别使我国小麦减产60亿、36亿和25亿kg。

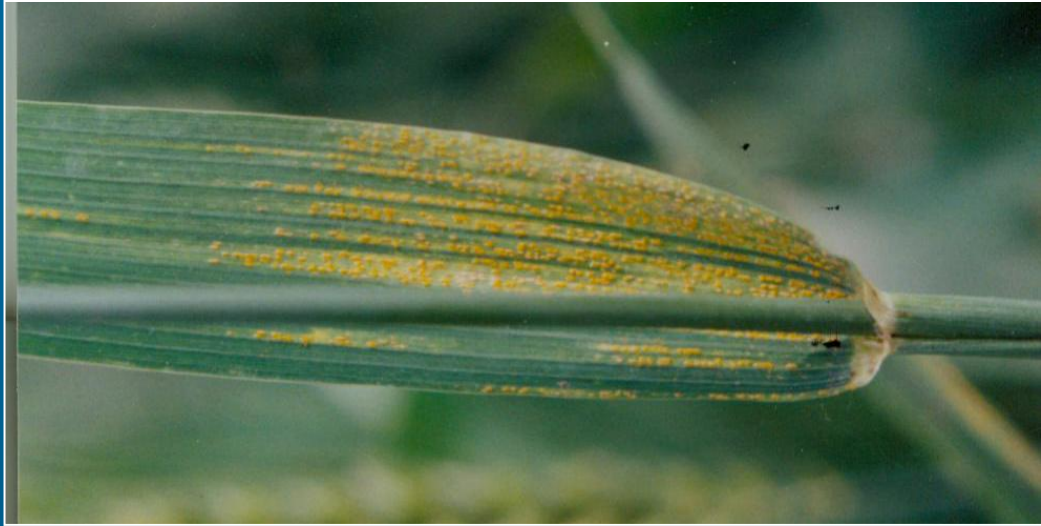
## 症状：

叶片为主，叶鞘、茎秆及穗部也可受害。苗期到成株期均可受害，受害叶片上产生大量黄色粉疱（夏孢子堆），成株期排列成条状与叶脉平行。后期在同一部位长出黑色粉疱。夏孢子堆鲜黄色，狭长型至长椭圆形；冬孢子堆狭长形，埋在表皮下，成条状。

区别：条锈成行叶锈乱，秆锈是个大红斑







## 病原:

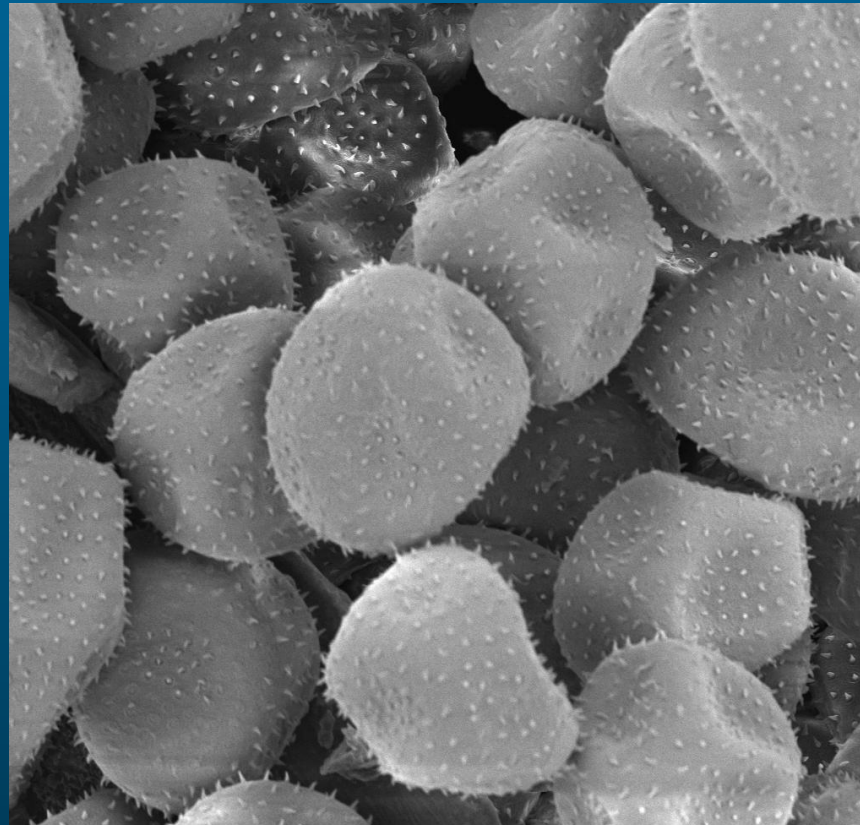
条形柄锈菌小麦专化型 [*Puccinia striiformis* f.sp.*tritici*] 引起, 属于担子菌亚门柄锈属。

夏孢子堆长椭圆形, 0.3-0.5mm, 露出的橙黄粉为夏孢子, 鲜黄色、单胞、球形、表面有细刺, 大小32-40×22-29 $\mu\text{m}$ 。冬孢子堆多生于叶背, 灰黑色, 冬孢子双胞、分割处缢缩、褐色、棍棒形、顶部较圆, 有短柄, 大小36-68 × 12-20  $\mu\text{m}$ 。未发现性世代。

病菌有明显的生理分化现象和致病性变异。

我国先后发现和定名了31个生理小种, 即条中1号至条中31号和一些未定名的新致病类型。

*Puccinia striiformis* 夏孢子



*Puccinia* sp

10 $\mu$ m

## 病害发生规律:

旬均温在 $2^{\circ}\text{C}$ ，侵入后菌丝体可缓慢扩展，夏孢子在RH40%时， $0^{\circ}\text{C}$ 下可存活433天， $5^{\circ}\text{C}$ 下可存活179天， $15^{\circ}\text{C}$ 下可存活47-89天， $25^{\circ}\text{C}$ 下不超过10天， $36^{\circ}\text{C}$ 下可存活2天， $45^{\circ}\text{C}$ 下45分钟全部死亡。RH在80%时寿命变短。因此，越夏成为关键，越夏温度为 $2\ 3^{\circ}\text{C}$ 。

不耐高温。在大多数麦区条锈菌不能在同一地区完成其周年循环，因此，越夏便成为条锈病侵染循环中的关键环节。现已查明，我国小麦条锈病菌以夏孢子在异地越夏和越冬，靠夏孢子往返传播，完成周年病害循环，并能在大范围内流行成灾，造成严重减产。

条锈菌的越夏菌源分布范围可划分为五大片：

(1)西北越夏区，包括甘肃的陇南、陇东，青海东部农区和宁夏的隆德、固原等地区。

(2)川西北越夏区，包括四川的阿坝、甘孜、西昌等地区。

(3)云南越夏区，包括该省中部的昆明、曲靖、玉溪和楚雄四个地区、市。(4)华北越夏区，包括晋北、内蒙古及河北坝上等地。(5)新疆越夏区，包括北疆的昭苏、新源等和南疆的阿克苏等。

其中西北片和川西北片连成一体，面积约20万hm<sup>2</sup>，是中国小麦条锈菌最重要的越夏区，也是东部广大麦区秋苗感病的主要菌源基地，其中陇南和陇东是中国条锈病流行的关键地区。云南、新疆的越夏菌源作用主要限于本地区。华北片的越夏菌源很少，作用很小。

# 甘肃越夏区域

- A、陇东晚熟春麦及自生麦苗越夏区，包括六盘山两侧各县及平凉、庆阳1400米以上的塬区；
- B、渭河上游自生麦苗越夏区，包括天水、武都成县的半山地带；
- C、洮岷高寒晚熟春麦及自生麦苗越夏区，包括洮河、大夏河流域的各县，如临洮等；
- D、天祝高寒晚熟春麦越夏区。

越夏的海拔高度范围一般在1300-1700m。把旬平均气温22-23℃定为小麦条锈菌越夏的温度上限。

中国西北地区是小麦条锈菌的最大也是最重要的越夏区，该越夏区有纯春麦越夏区、自生麦苗越夏区和春麦与自生麦苗混合越夏区三种类型，制约上述3种越夏形式的主导因素是海拔高度。在陇东高原条锈菌越夏的高度下限为海拔为1400m，渭河上游为1500m，陇南南部为1600m，陇东等自生麦苗越夏区

当年11月平均气温下降到1-2°C时，病菌进入越冬阶段，1月平均气温低于-6-7°C，条锈菌不能越冬，但麦田如有积雪覆盖时可提高雪下温度，气温即使降到-10°C也能顺利越冬。多数地区的秋苗发病程度对越冬菌量有重要影响。陇南的秋苗发病和锈菌越冬率有显著相关性。此外，寄主品种抗冻力强，锈菌越冬率高；抗冻力弱，越冬率低。

春季流行，主要取决于以下几个因素：

- (1)感病品种的播种，特别是大面积单一种植。
- (2)条锈菌越冬菌源量。
- (3)3-5月份的降雨量特别是3-4月份的雨量。
- (4)早春气温回升得早、晚。

甘肃陇南地区，冬前易形成或大或小的菌源量。翌春流行强度与病菌的越冬条件、菌源量的大小以及早春降水量等诸多因素密切相关。当然，小麦品种的抗病程度都是影响条锈病流行与否及其流行程度的基本条件。





## 关于品种抗锈性的丧失问题

病菌毒性发生变异，不断产生新小种是导致中国先后多批品种丧失抗锈性的主要原因（王风乐等1995，1996，康振生1984，1994，李振岐等1984）。

我省陇南和天水山区为小麦条锈病菌的主要“易变区”和新小种的策源地。证明突变和异核作用为中国小麦条锈菌毒性新小种产生的主要途径。

# 综合防治策略

## 1、选育和利用抗锈品种

1957年碧蚂1号品种丧失抗锈性后，小麦条锈病再度流行。20世纪70年代后期，条锈病的防治与研究进入正常运转。

主要抓选育抗锈品种、生理小种监测、病情预测预报和新药剂开发。

1. 建立控制条锈病的预警系统和异地监测网，加强病菌生理小种和品种抗性变异的研究与监测；

3. 实行抗病基因品种合理布局，包括品种轮换、品种聚合等；

4、药剂防治。利用羟锈宁、粉锈宁等防治小麦锈病，其效果不错；

5. 农业措施：包括加强栽培管理，适期播种，不早播，以减少冬前发病；配方施肥，勿偏施或过量施用氮肥；提倡深耕细耙，消灭自生麦苗，减少越夏寄主等；

6. 利用物种多样性控制以陇南为主的越夏易变区，减少越夏菌源和新小种产生几率，近年来还通过抗病基因品种布局、作物结构调整等措施开始了陇南易变区持久控制措施的探索，取得了很大进展。



## 小麦叶锈病 (wheat leaf rust)

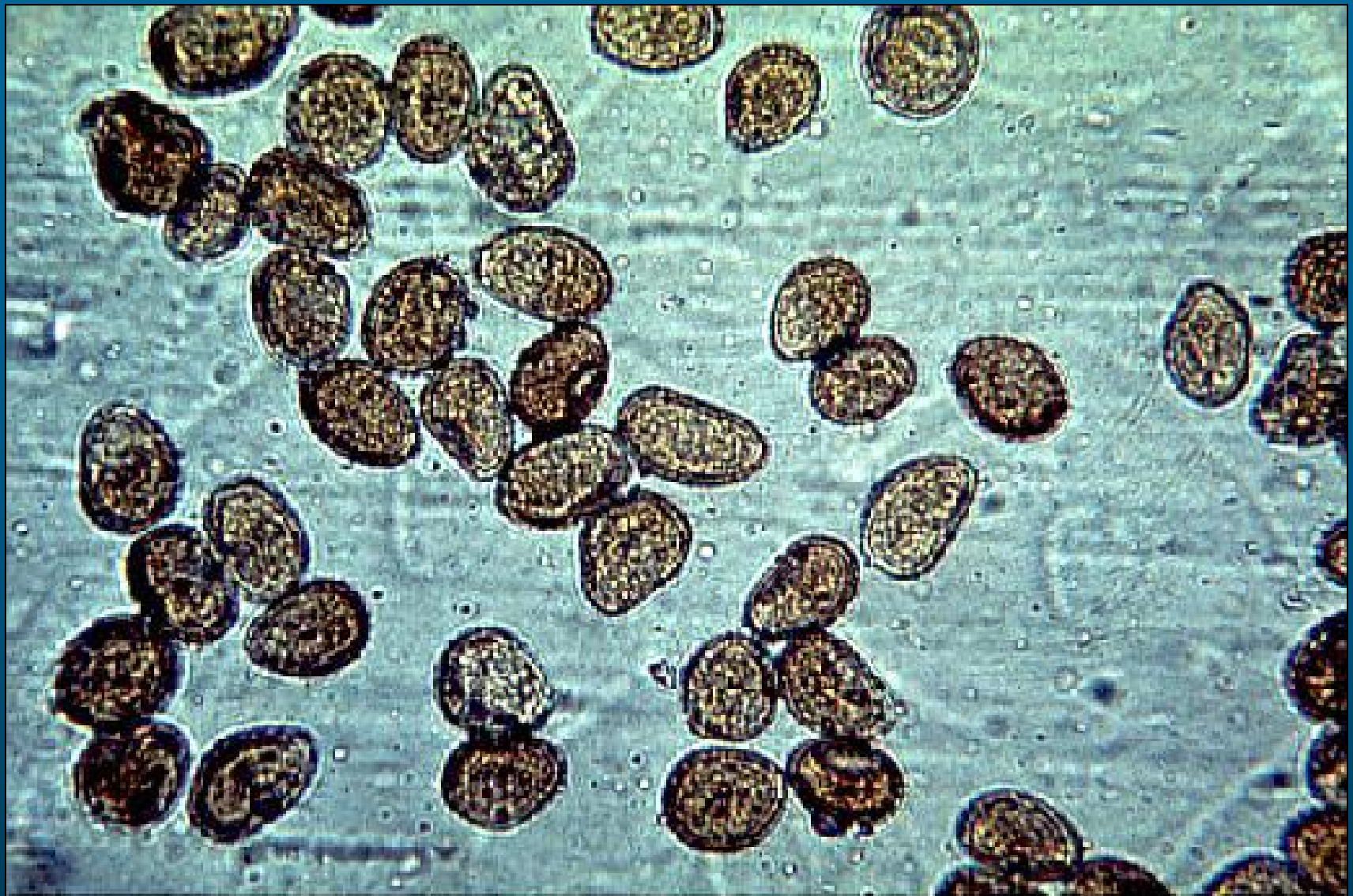
在全世界小麦种植区都有发生，我国以西南和长江流域一带发生较重，北方冬麦区也可受害。叶锈病主要为害小麦叶片，在叶片上形成许多散生、排列不规则，圆形至椭圆形的橘红色粉疱（即病菌的夏孢子堆），后期在叶背面表皮下产生椭圆形黑色冬孢子堆。

- 症状：
- 叶锈病也主要发生在叶片，夏孢子堆在叶片上的排列是散乱的，其颜色呈桔黄色。



**病原：**为小麦隐匿柄锈菌[*Puccinia recondida* f.sp.*tritici*]。主要为害小麦，病菌有明显的生理分化现象和致病性变异。

**发病规律：**病菌靠夏孢子世代完成侵染循环，夏孢子通过气孔入侵小麦秋苗，并在秋苗上越冬，春季不断进行再侵染。小麦收获后，病菌在自生麦苗上越夏。病害的发生和流行，与品种抗病性、病原菌的致病性、越夏越冬、生理小种及春雨的多少有关，春雨多、湿度大利于病害发生流行。



**Leaf rust (*Puccinia recondita*) spores.**

## 小麦秆锈病 (wheat stem rust)

在全世界小麦种植区都有发生，我国主要在华东沿海、长江流域冬麦区及内蒙古和西北春麦区发生流行。小麦秆锈病主要危害茎秆、叶鞘。小麦从苗期到成株期均可受害，在病部形成许多散生、隆起的、长椭圆形褐色粉疱（即病菌的夏孢子堆），后期在同一部位产生椭圆形黑色冬孢子堆。



# 秆锈冬孢子



*Puccinia graminis*  
teliospores on *Dactylis glomerata*  
© A J Silverside

**病原：**为禾柄锈菌小麦变种[*Puccinia graminis* var.*tritici*], 属全孢型转主寄生菌，发育过程中产生5种类型的孢子。禾柄锈菌除侵染小麦外，也侵染大麦、黑麦和一些禾本科杂草，引起秆锈病。

**发病规律：**春季，越冬的冬孢子萌发后产生担孢子。担孢子侵染转主寄主普通小檗(*Berberis vulgaris*)和十大功劳(*Mahonia agifolium*), 并在转主寄主上产生性孢子和锈孢子，锈孢子侵染小麦产生后产生夏孢子，夏孢子在适宜条件进行多次再侵染。产生冬孢子进行越冬越夏。在中国病菌主要以夏孢子阶段完成周年循环。病害的流行取决于品种的抗病性、适合的气候象条件和充足菌源。

## 2 麦类病毒病 (virus diseases of cereal)

麦类病毒病种类很多，全世界小麦病毒病达57种，大麦病毒病38种，其中在我国危害严重有大、小麦黄矮病、小麦丛矮病、麦类土传花叶病、小麦梭条斑花叶病等。

我国西北和华北地区病毒病发生重，我省以黄矮病为主，其次为丛矮病；在庆阳等地红矮病发生。华北地区以丛矮病、黄矮病为主，其次为土传花叶病，发生严重时可减产50%左右。

## 小麦黄矮病 (wheat yellow dwarf virus)

**概况：** 在世界种植禾谷类作物的国家和地区都有不同程度的发生和为害，其中美国、加拿大、墨西哥、澳大利亚、英国和意大利等国家发生较重。1950年在美国加利福尼亚的大麦上首先发现，1960年中国的陕西、甘肃相继发现，目前西北、华北、东北、西南及华东等冬小麦、春小麦区均有发生，以陕西、甘肃、宁夏、山西和内蒙古等省、自治区较重。

## 症状:

麦类各生育期均可受害，受害叶片尖端褪绿变黄，变黄部分可达2/3以上。逐渐向叶片基部发展，并向上部叶片扩展，叶背蜡质层增多，叶片变厚，旗叶上挺，植株严重矮化，籽粒减少，严重者不抽穗结实，穗粒重减轻，最后全叶干枯，秕穗率增加，千粒重降低。





# 大麦黄矮病症状



## 病原:

为大麦黄矮病毒 (Barley yellow dwarf virus, BYDV), 病毒粒子球形, 单链RNA, 寄主范围广, 可侵染100多种单子叶植物。

**蚜虫传毒**, 已发现有 18 种蚜虫能传播大麦黄矮病毒, 主要的有麦二叉蚜 (*Schizaphis graminum*)、禾谷缢管蚜(*Rhopalosiphum padi*)、麦长管蚜(*Macrosiphum granarium*), 麦无网长管蚜(*Acyrtosiphum dirhodum*)和玉米蚜 (*Rhopalosiphum maidis*)等。

## 发病规律：

北方冬麦区以麦二叉蚜和玉米蚜为主要传毒介体。蚜虫传毒属半持久性传毒，即蚜虫获毒后一般经10h以上的循环期才能传毒，但不能终生带毒，也不能经胎生或卵传毒。带毒蚜虫刺吸叶片汁液时，病毒粒子由蚜虫的唾液腺进入小麦韧皮部组织，并不断增殖，向生长点运转，严重时发病中心连成一片，全田变黄。

大麦症状一般较小麦严重；春秋两季是大麦黄矮病毒侵染高峰。

# 小麦丛矮病 (wheat rosette virus)

## 概况:

小麦丛矮病在我国冬麦区分布很广，先后在西北各省区普遍发生，造成严重减产。

## 症状:

小麦感病后分蘖增多，植株丛生矮缩，心叶叶脉产生黄绿相间的条纹，严重时不能抽穗，或虽抽穗但穗小粒秕。

丛矮病



红矮病



## 病原:

为弹状病毒组(Rhabdovirus)的北方禾谷花叶病毒Northern cereal mosaic virus, NCMV)。病毒寄主范围广，能侵害禾本科24属65种植物，如野燕麦、雀麦、早熟禾、马唐、虎尾草、画眉草、狗尾等。

## 发病规律:

该病毒由灰飞虱 (*Laodelphax strio-tellus*) 传播，灰飞虱可终生带毒，但不能通过卵传给后代。靠近杂草的渠边、路边及堆放作物秸秆的麦田边发病重，早播麦田发病重。秋作物及蔬菜、烟田中套种的麦田发病重。

## 病毒病综合防治：

- 1、应用和推广抗病品种。
- 2、农业措施 轮作、适当迟播、适度深耕、增施肥料等对防治这类病害也能起一定的作用。
- 3、消灭传毒昆虫。
- 4、增抗剂的利用

## § 1-3 麦类黑穗病 (smuts and bunts of cereal)

黑穗病是最古老的病害之一，19世纪前期基本确定了各类黑粉菌的分类地位，明确了病菌的生活史和生物学特性，研究了病害循环和防治方法。我国最早在明代《本草纲目》中记载了“麦奴”，即麦类黑穗病。

## 散黑穗病(loose smut of wheat and barley)

在一些山区和未拌种和包衣的地区，普遍发生，病穗率通常在1-3%，高感品种可达10%以上。

**症状：**病株比健株略矮？抽穗稍早，刚抽出的穗包被一层灰色薄膜，破裂后散出黑色粉末状冬孢子，仅残留穗轴。

**病原：**小麦散黑粉菌(*Ustilago tritici*)，能侵染小麦和黑麦，不侵染大麦，而(*Ustilago nuda*)只侵染大麦。

## 病害循环：

散黑穗菌为花器侵染、系统发病的病害；病菌冬孢子随气流传播，降落到健康花器上萌发侵入。当籽粒成熟时，菌丝体变为厚壁休眠菌丝，在种子胚内(胚根除外)越夏、越冬，故属于上代侵染，下代发病类型。

带菌种子萌发时，菌丝开始生长，紧随病株生长点扩展，进入幼穗，产生冬孢子堆，破坏子房和颖片。

种子是远距离传播的途径。

## 小麦腥黑穗病 (Common bunt of wheat)

**症状：**受害病株稍矮化，分蘖增多，病穗较短小，颖片开张，露出灰黑色菌瘿，菌瘿易破裂，散出黑色粉末状冬孢子。

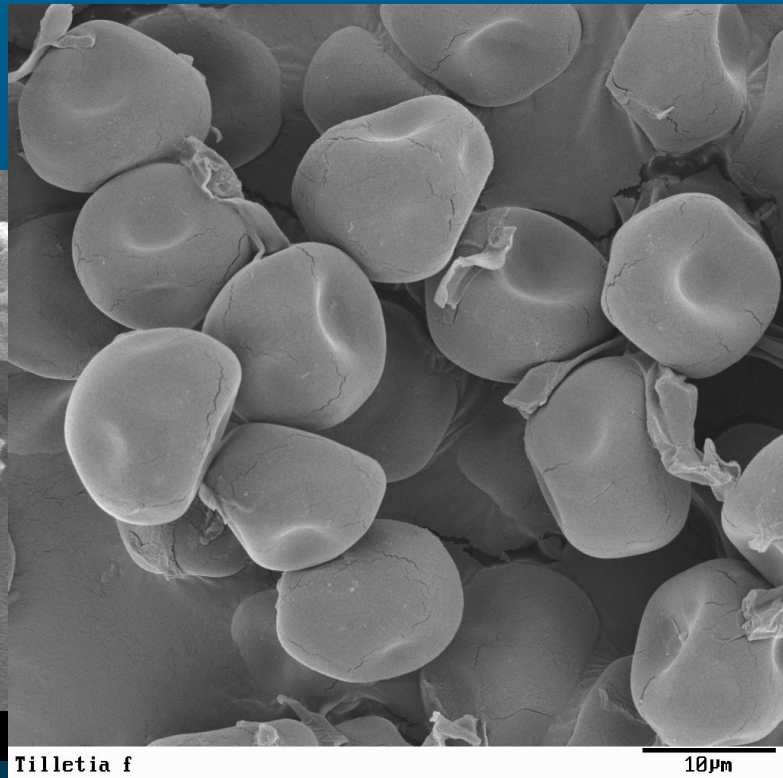
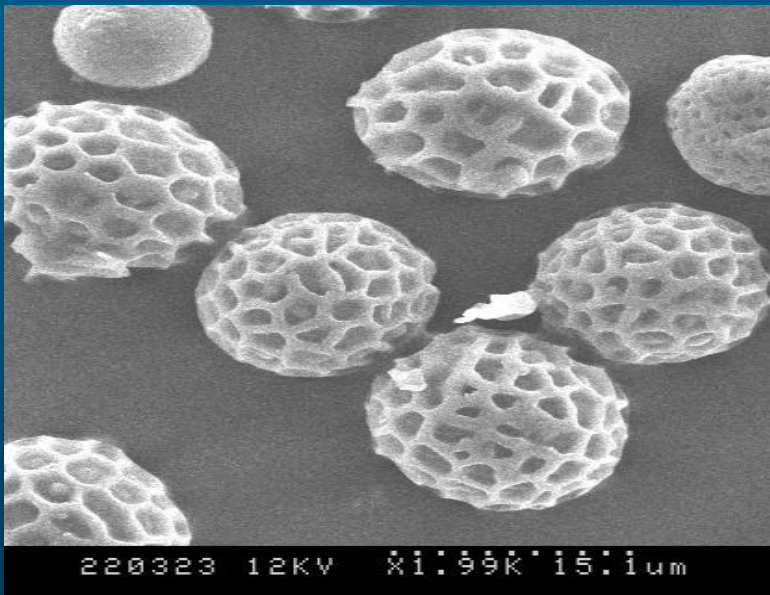
菌瘿和冬孢子因含有三甲胺，有鱼腥气味。



**Bunt & stinking smut on wheat.**

病原：有网腥黑粉菌(*Tilletia caries*)和光腥黑粉菌(*T.foetida*)两种。

网腥黑穗



光腥黑穗

- 病害循环：
- 传播有三：带菌种子、土壤和粪肥是主要初侵染源。种子表面粘附的冬孢子和种子间夹杂的菌瘿是该病远程传播的主要途径。
- 网腥和光腥黑粉菌均为幼苗系统侵染，病菌通过小麦胚芽鞘侵入，在寄主细胞间隙和细胞内蔓延，进入穗原始体和花器后破坏子房，形成冬孢子堆。

# 小麦秆黑粉病 (Flag smut of wheat)

## 症状:

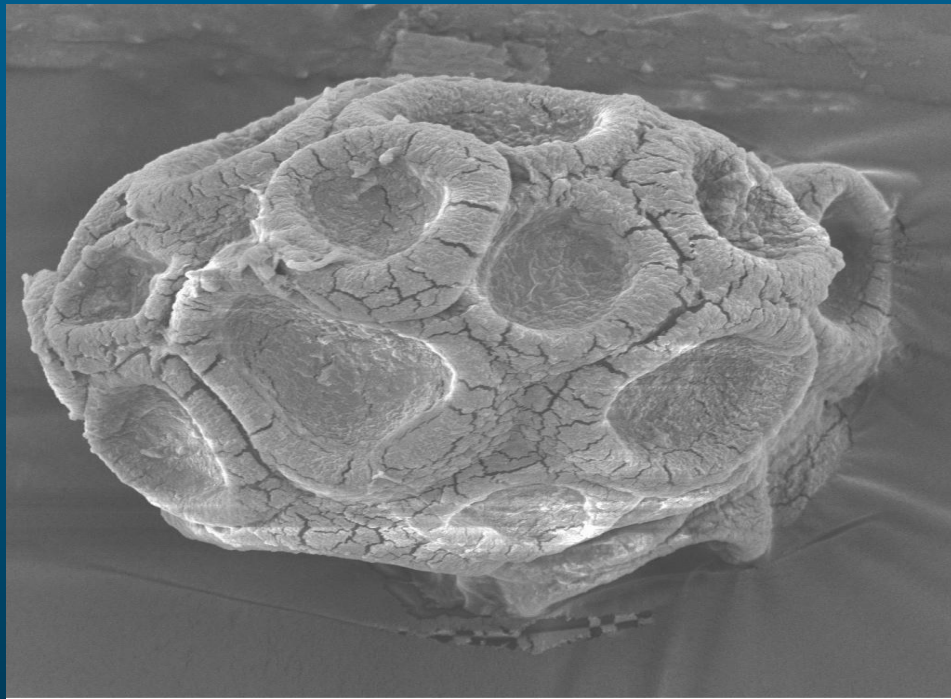
小麦受害后，病株的茎、叶和叶鞘产生与叶脉平行的长条形冬孢子堆，略隆起，初为白色，以后变成灰白至黑色，老熟后孢子堆纵裂，散出黑色粉末状冬孢子。病株矮化、扭曲，不能抽穗或抽出畸形麦穗，不结实或仅有秕粒。

## 病原:

由冰草条黑粉菌(*Urocystis agropyri*)引起。有明显的寄生专化型。

## 病害循环:

小麦秆黑粉病通过**种子、土壤和粪肥带菌传染**。小麦种子萌发后，由**双核菌丝直接侵入胚芽鞘**，蔓延到幼苗生长点附近，随植株的生长而系统发病。



Ur.on Elymus 200117

10µm

## 大麦坚黑穗病 (covered smut of barley)

大麦坚黑穗病广泛分布于世界各大麦产区，在我省大麦产区发生普遍。

### 症状：

大麦受害后，病株的籽粒、种皮及内、外颖变成一团黑粉，外被一层青灰色薄膜，后转灰白色。黑粉不易散开，包膜不易破碎，有芒品种的麦芒残存。

## 病原:

大麦坚黑粉菌(*Ustilago hordei*)只为害大麦和青稞。

## 病害循环:

带菌种子是传播病害的主要途径，粘附在健康种子表面的病菌冬孢子，在大麦播种后萌发，从幼芽鞘侵入后进入生长点，植株抽穗前，病菌破坏种子或花器，形成具薄膜包着的黑粉病穗。

## 黑穗病综合防治：

黑穗病主要通过带菌种子和粪肥传播，因此需进行以种子处理和施用净肥为主体的防治措施。

1. 严格检疫，禁止未发生的一些黑穗病随种子带菌进入。

2. 种子处理，可采用药剂拌种或冷浸日晒等方法，如25%粉锈宁按种子量的0.2%~0.3%拌种，或1%石灰水浸种，对于散黑穗还可以采取温汤浸种的办法，另烯唑醇类杀菌剂较好。

3. 实施2~3年的轮作。



小麦散黑穗病



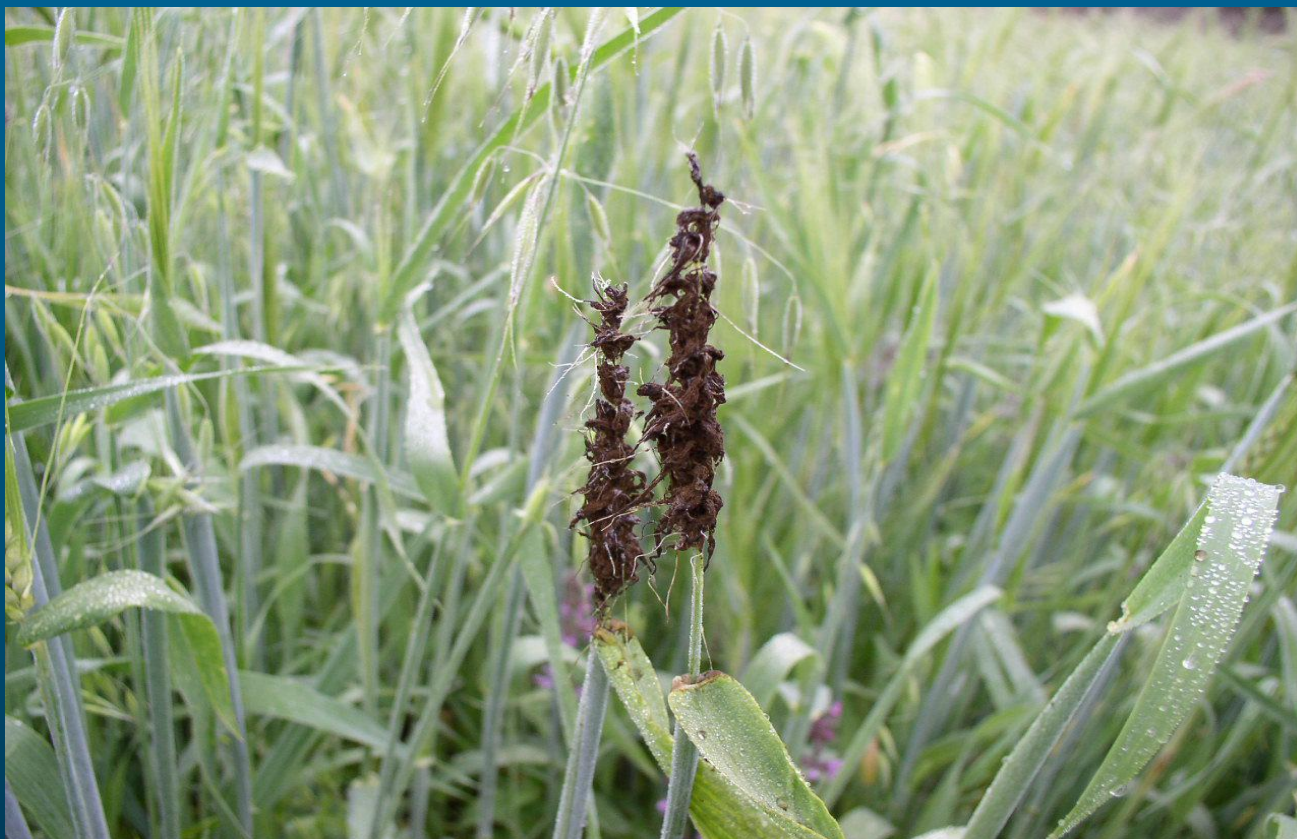
**Loose smut on wheat.**



大麦坚黑穗病



# 大麦散黑穗



# 大麦散黑穗



## 4、麦类根部和茎基部病害

侵染麦类根和茎基部的真菌病害100多种，重要的近20种，如全蚀病、纹枯病、离蠕孢根腐病、镰刀菌根腐病等都是世界性大病害。

### 全蚀病 (take-all)

全蚀病是一个发生历史悠久，分布比较广泛的病害，1852年最早发现于南澳大利亚，1884年英国首先有过小麦全蚀病的记载，在我国发生历史较短，1931年江苏曾有此病的记载。目前已知有甘肃、陕西、宁夏、新疆等16个省区发生。小麦感病后一般减产10%~20%，重者达50%以上。

## 症状：

小麦受害部位仅限于根部及茎基部；

症状表现为分蘖期病株矮小，基部黄叶多，病株返青迟缓，植株矮化，叶片稀疏，抽穗灌浆期病株表现为早枯和白穗症状，茎基形成“黑脚”症状，叶鞘内侧产生黑色颗粒状物。

后期在田间可以看到一簇的“白穗”现象。

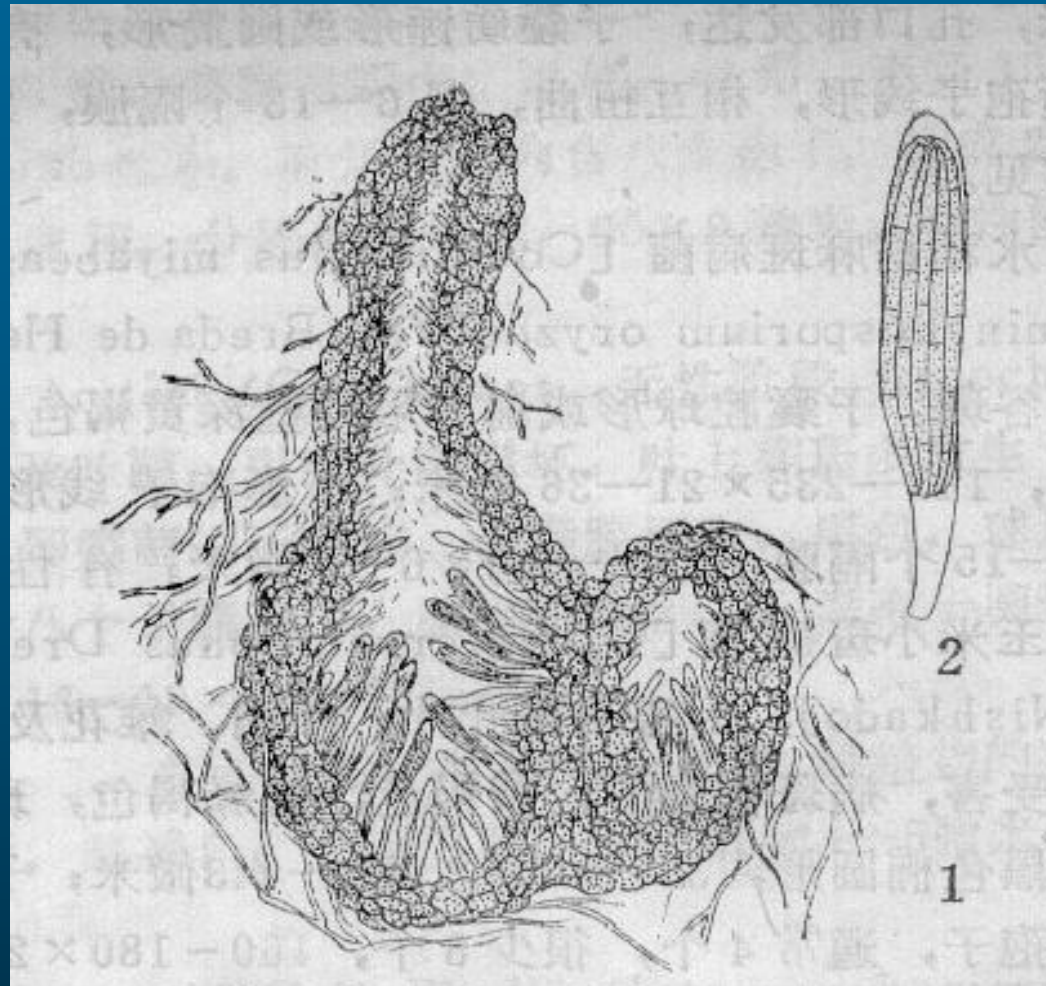




**Take-all root rot on wheat.**

## 病原:

为禾顶囊壳小麦变种(*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*), 该种是引起小麦全蚀病的主要菌源。小麦变种寄主范围也很广, 对小麦、大麦致病力强, 对黑麦致病力弱, 一般不侵染燕麦, 此外还有燕麦变种, 禾谷变种和玉米变种。



## 发病规律：

病害发生和流行与栽培制度、土壤肥料、整地方式、小麦播种期、品种等因素密切相关。

**连作地发病重**，一般经3~4年(土壤肥力高的6~7年)时间，严重为害期1~3年，此后再继续连作小麦，病情反而减轻，趋于稳定，即**全蚀病的自然衰退现象 (TAD)**。

缺磷地发病重，  
硝态氮发病重。

## 病害控制：

- 1、农业措施，可进行轮作倒茬
- 2、生物防治，利用土壤拮抗微生物。
- 3、药剂：敌力脱、三唑酮拌种，成株期喷施三唑酮等杀菌剂。

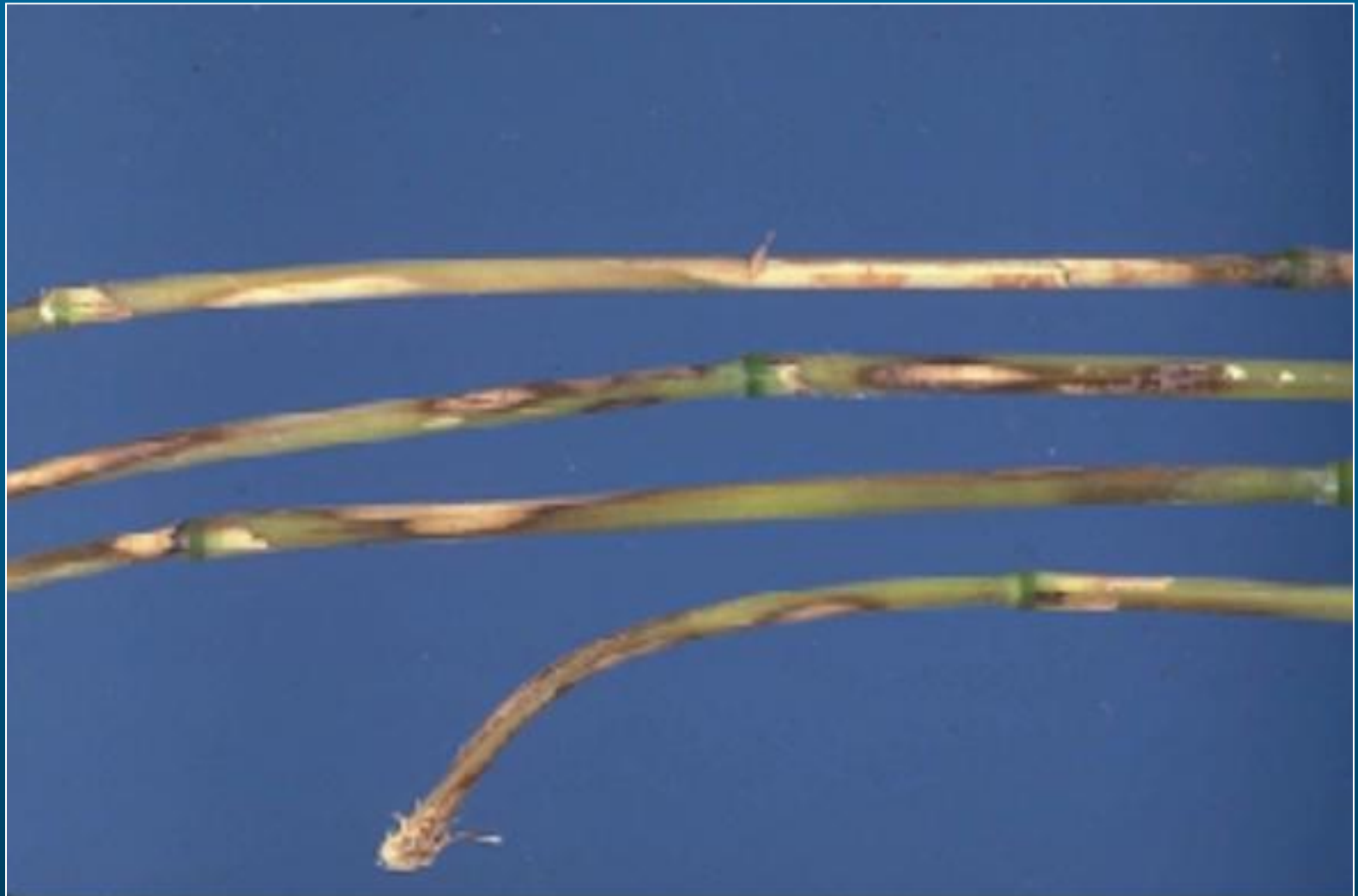
# 麦类纹枯病

## (*Rhizoctonia root rot, wheat sharp eyespot*)

目前美国、加拿大、墨西哥、英国、德国及东欧、大洋洲等小麦种植区以及中国的山东、河南、陕西等地均有发生，轻病田病株率10%~30%，重病田可达80%~90%。引起的损失一般为10%左右，严重时可达30%~40%。70年代以来，该病害渐趋严重，已成为我国小麦生产中的一个重要病害。

## 症状：

纹枯病主要发生于叶鞘和茎秆；  
初期在茎基部形成眼点状病斑，随后病斑相连呈云纹状，沿叶鞘向上扩展成青褐色花秆，高湿条件下可侵入茎秆，导致烂茎，引起枯孕穗或枯白穗，最后在麦株茎基部产生淡褐色不规则形菌核。



**Sharp eyespot on wheat.**





病原:

为禾谷丝核菌(*Rhizoctonia cerealis*)，有性态为*Ceratobasidium cornigenum*)；

我国主要致病菌为禾谷丝核菌(*Rhizoctonia cerealis*)。该菌除为害小麦外，还可侵染大麦、玉米、高粱、水稻等数十种作物。

## 病害循环：

病菌以菌核或菌丝体在土壤或病残体上越夏、越冬，成为主要的初侵染源。

高湿度有利于病菌生长和侵染。小麦品种的抗病性有明显差异。

# 麦类赤霉病 (Headblight)

- 症状：
- 在穗部表现的症状见照片





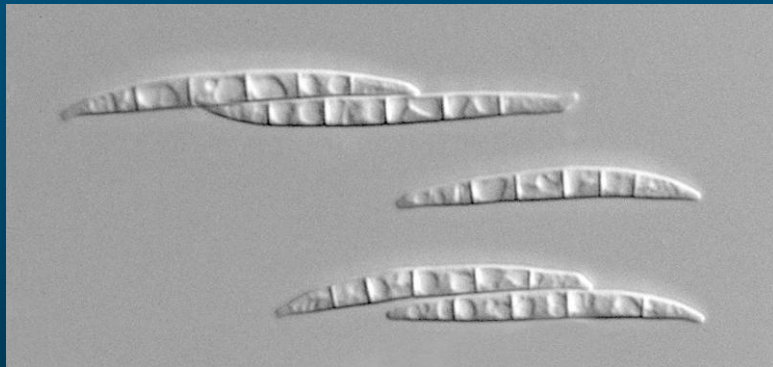
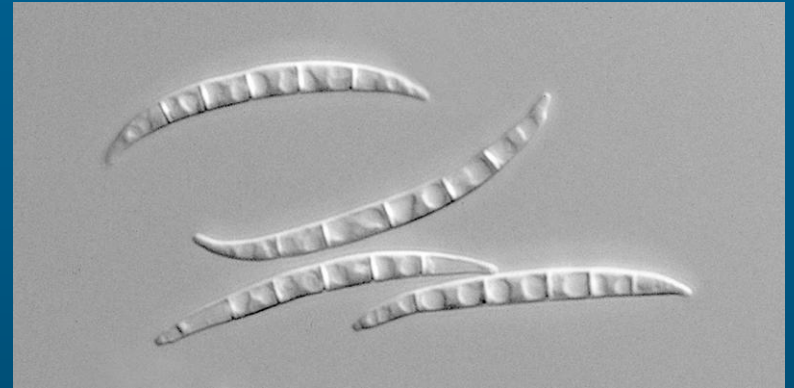
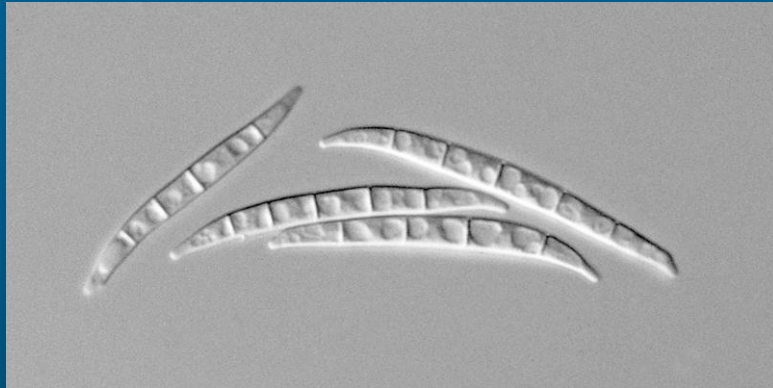
Fusarium head blight  
caused by *Fusarium  
graminearum*



# Infection on tip of head



# Macroconidia of *Fusarium graminearum*



# *Fusarium graminearum*

- Microconidia: absent
- Chlamydospores:
  - slow to form in culture, generally
  - form in macroconidia (mycelium)
  - variable, not reliable

# Colony Morphology

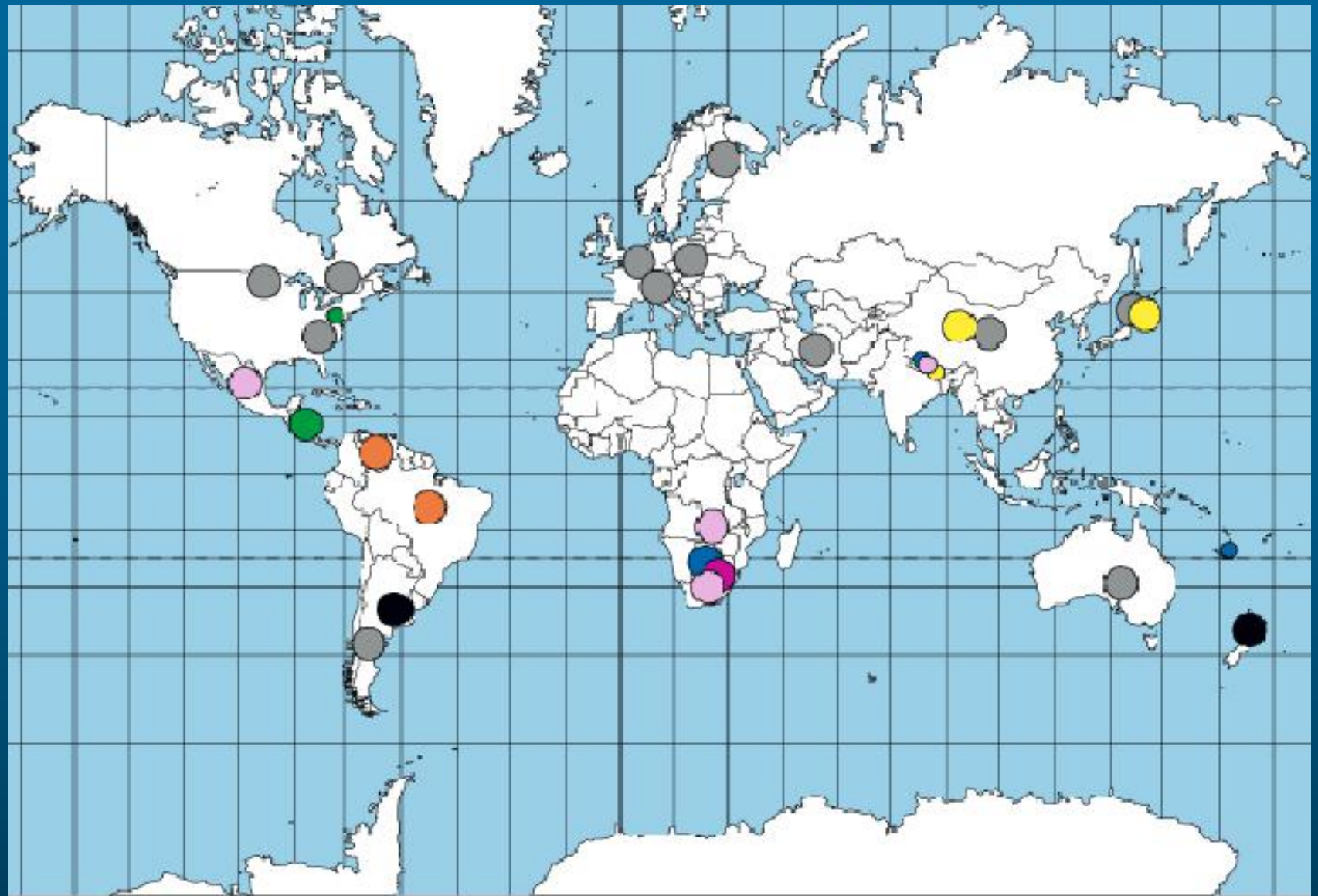


# Mycotoxins

- Deoxynivalenol (DON)
- Nivalenol (NIV)
- Zearalenone (ZEA)



FHB Affected Kernels of Wheat – Tombstone Kernels



Global Distribution of Lineages of *F. graminearum*

# Lineages Within *F. graminearum*

6 combined genes  
 7133 bp  
 1 of 8 MP trees  
 894 steps  
 CI = 0.810  
 RI = 0.927  
 RC = 0.751

- = Pan-Northern Hemisphere
- = Asian
- = African
- = South-Central American
- = African
- = African
- = South American

