

前 言

我国的粮食作物包括禾谷类、豆类、薯类等作物。禾谷类乃是我国最主要的粮食资源。1952年禾谷类播种面积约占粮食作物播种总面积的83%，产量约占粮食作物总产量的84%。由于禾谷类在粮食生产上占有很大的比重，所以它们的收成丰歉，在国民经济上所产生的影响是很巨大的。我国发展国民经济的第一个五年计划指出：“为着适应城市人口日益增多和城乡人民生活水平逐步提高的需要，我们必须生产更多的粮食”。^①防治病虫为保证完成增产计划的主要措施之一。

禾谷类作物中的水稻和小麦是我国人民食用的主粮。1952年水稻的播种面积约占粮食作物面积的22.7%，小麦为20.2%。它们在粮食作物的栽培上占有很大的比重。禾谷类中的玉米、谷子、高粱和其他麦类以及黍、稷等在习惯上统称杂粮，这并不意味着它们在农业上的地位。事实上玉米、谷子和高粱在旱地上是主要的秋作。1952年玉米的播种面积占粮食作物总面积的10.3%，谷子为8.0%，高粱为7.7%。它们的种植面积都在1亿亩以上。任何一种作物受到病害的侵袭，即以最低量的减收百分率来加以统计，在庞大的面积上也能造成巨大的损失数字。从保障粮食生产、完成国家计划的角度来看，都是不容忽视的。禾谷类作物的病害可按照寄主作物的性质分为麦类病害、水稻病害及杂谷病害等部分。

^① 中华人民共和国发展国民经济的第一个五年计划(1953—1957)，人民出版社1955年版，80—81页。

第一章 麦类病害

我国的麦类作物以小麦的种植面积为最多，大麦次之，燕麦较少，黑麦最少。它们各有不止一种的病害。

我国的小麦种植面积约在 3.7 亿亩左右。主要产区位于淮河及秦岭之北。长江流域产麦虽多，但系稻麦两熟区，以水稻为主作。在南方水稻两熟区内，小麦较少。祖国幅员辽阔，小麦产区跨越不同纬度，随着自然条件的差异，便种植着适应不同地区的大量品种。东北各省和长城以北迄六盘山以西一带，由于冬季严寒，生长期短，主要系栽培春小麦，为春麦区。长城线以南栽培冬小麦，为冬麦区。冬麦区的产量约占小麦总产量的 88%，在我国小麦生产上占有较大的比重。

在小麦的病害中，比较主要的有腥黑穗病、秆黑粉病、散黑穗病、秆锈病、条锈病、叶锈病、赤霉病、白粉病、根腐病和线虫病等。此外，在各地还有其他一些病害在不同的年份里出现。各种病害的分布依各地区的气候、品种、耕作制度以及其他自然或人为因素而不同。例如：长江流域在小麦抽穗期间温暖多雨，常常发生小麦赤霉病；春麦区的小麦品种成熟较晚，容易发生秆锈病，但冬麦区的小麦成熟期早，便逃避了它的损害；陕西关中一带曾因种植抗条锈病的小麦品种而减少了条锈病的威胁，同时又因种植感染秆黑粉病的品种而受到秆黑粉病的威胁；山东省由于带菌粪肥的施用，曾经是腥黑穗病的重点地区，改善了施肥方法就逐渐减少了它的为害；小麦线虫病最初只在局部地区发生较多，但由于调拨夹杂着虫瘿的麦种，它便可能被传播到另一些地带。因此，当提到主要病

害时，并不意味着其他病害不重要；当提到一种病害的主要发生地区时并不排斥其在另一些地区发生的可能性。各地区的主要病害以及各个病害发生的主要地区常常因各种因素的影响而有所变动。

在我国主要产麦区内，大麦的种植面积不如小麦广泛，但由于它的成熟期较小麦为早，所以在轮作上具有一定的价值。大麦可以根据内外颖紧贴程度分作两类。一般将颖片紧贴的叫作“大麦”，颖片不紧贴的叫作“青稞”或“元麦”。青稞能耐干旱和低温，乃是西北山区和青藏高原的主要作物。在大麦及青稞的病害中，比较主要的有坚黑穗病、散黑穗病、条锈病、秆锈病、叶锈病、条锈病、赤霉病、白粉病和网斑病等。

燕麦在内蒙南部及河北、山西的北部一带种植较多；青海、甘肃、四川等省也有少量栽培。它的主要病害有坚黑穗病、散黑穗病、冠锈病、秆锈病、白粉病、赤霉病和麦角病等。黑麦在西北和东北的高寒地带带有少量栽培，但在其他主要农业区域极少种植。黑麦的病害以麦角病、黑穗病、秆锈病和赤霉病等较为主要。

不同的麦类作物常常有许多互相类似的病害。

第一节 麦类作物黑穗病

麦类黑穗病是最受注意的病害。它的种类不一，分布很广。抗日战争以前，全国麦类黑穗病造成的损失平均每年约达30亿斤。解放以后，在中国共产党的正确领导下大力进行防治，有很显著的成績。根据1956年中央公布的12年全国农业发展纲要（草案），麦类黑穗病乃是在7—12年内基本消灭的对象。

一、小麦的黑穗病

我国小麦上有三种黑穗病：即小麦腥黑穗病、小麦杆黑粉病和小麦散黑穗病。它們都是分布很广的世界性的麦作病害，也是我国小麦生产上的严重敌害。

小麦腥黑穗病和小麦杆黑粉病都是幼苗侵染型的病害。小麦散黑穗病和它們不同，乃是花器侵染型。这些病害的入侵时期很短，而且沒有再侵染。可以抓紧关键性阶段，进行有效的防治。但是各个病原菌的越冬方式不同，应该按照它們的特点，采取相应的措施。

小麦腥黑穗病和小麦散黑穗病的发病部位都在小麦的穗部。腥黑穗病只破坏麦粒内部，使种子内容变成腥臭的黑粉；散黑穗病破坏穗形，除穗轴外，全穗变成黑粉。小麦杆黑粉病主要发生在麦秆和叶部。病組織表現黑色条斑，内含黑粉(图 1 A. B. C.)。

1. 小麦腥黑穗病

小麦受腥黑穗病的侵害，不仅减少产量，而且降低品质。病粒里的黑粉有腥臭气味。麦粒被黑粉沾污以后，商品价值降低。如用这种麦粒作飼料，牲畜食后中毒，便会发生粘膜炎。人类呼吸多量孢子后也有一种过敏反应。在使用机械脱粒时，如有大量孢子混入空气中，便可能引起静电性爆炸和火灾。

这是一个世界性的病害。我国除年平均气温 20°C 的等温线以南地区外，大部分的产麦区都有此病，但各地轻重不同。此病在西北春麦区以及冬麦区的北部边缘地带较为严重。甘肃曾有 62 县发现腥黑穗病。在青海省的农业地区也普遍发生此病。在山东、安徽北部和云南的大理也曾严重发生。解放后进行防治，在甘肃和山东等地已经显著地减少了腥黑穗病的为害。

各地农民对于此病的称呼大都是根据麦粒病状而定。例如有黑疸、烏霉、烏麦、灰包、药包、臭麦、鬼麦、黑臭麦、黑臭疸、泡灰包



河南农大0155461

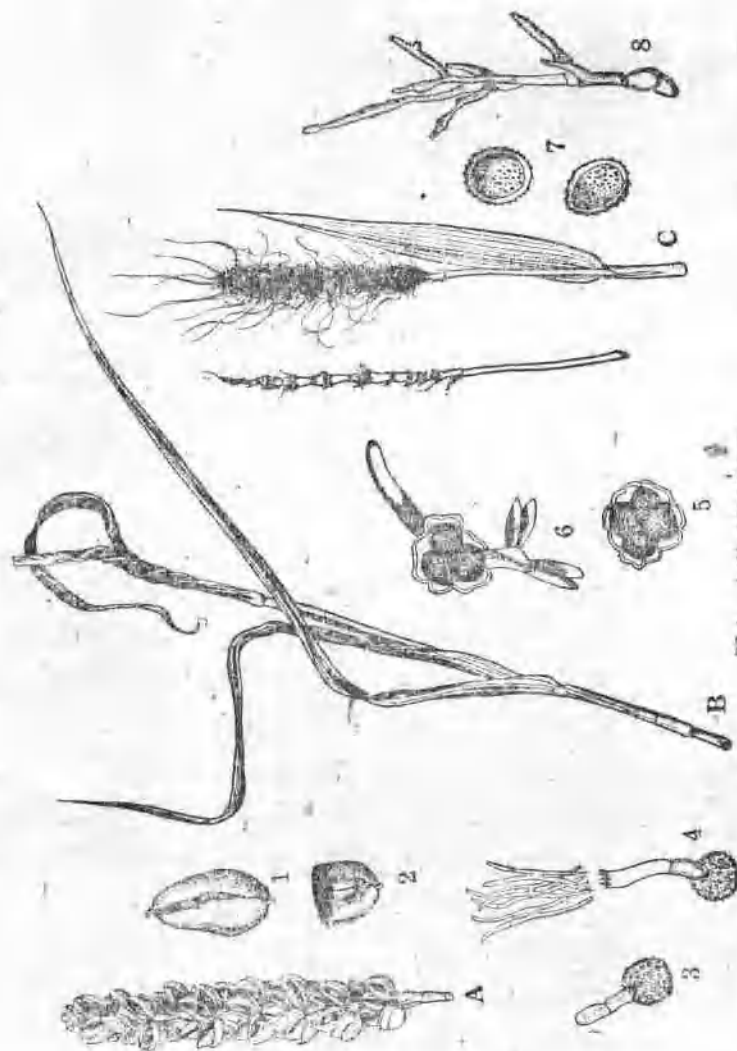


图1. 小麦三种黑穗病:

A. 小麦腥黑穗病; 1-2. 病粒; 3-4. 厚垣孢子及其萌发情况。B. 小麦杆黑粉病; 5-6. 厚垣孢子及其萌发情况。C. 小麦散黑穗病; 7-8. 厚垣孢子及其萌发情况。(B, & 仿李健义; 5-6. 仿李健义; 7-8. 仿 Heald, 余为作者原图)

等土名,各地不同。足証我国劳动人民早已注意观察这个病害。

自从 1755 年蒂涅(Tillet)記載了腥黑穗病和散黑穗病的区别以后,人們并不承認黑穗是由真菌侵染所致。有人認為黑粉是种子衰毀的現象,而不是生物寄生的結果。当时在欧洲还有人認為这是鬼神降罰。1807 年普芮伏斯(Prevost)发现放在水内的黑粉有萌芽現象,說明它是真菌。后来得到杜拉斯(Tulasne, 1854)和另一些人的观察証明。庫恩(Kühn, 1858)用人工接种証明病菌是用侵染絲入侵麦苗的。他在 1866 年又研究了硫酸銅对于孢子和麦种的影响并建議了具体的措施。布芮菲尔德(Brefeld, 1883)对孢子萌发作了詳細的研究。在这以后的一段时间里各国学者作了不少钻研,尤其是对种子消毒方面作的很多。但早期的研究大都从病原菌的角度出发。1911 年孟納拉蒂(Munerati)注意到播种期的温度和病害有关系。近代苏联学者对于环境条件与寄主和病原的关系从生物化学的角度作了进一步的研究。山东地区根据粪肥傳播病菌的观察推行粪种隔离,收到了一定的防病效果。

小麦腥黑穗病由于病原菌的不同,分为网腥黑穗病(*Tilletia Caries*)和光腥黑穗病(*Tilletia Foetida*)。在西北春麦区以网腥黑穗病为主,华北則以光腥黑穗病为多。这两种病害的主要区别在于病原菌的孢子形态不同。两种病原菌的生活史基本上相同。

症状 小麦腥黑穗病的主要病状虽在穗部,但病菌在麦苗出土以前即侵入麦芽的芽鞘。菌絲进入麦苗生长点以后,便随着寄主的生长而发展。植株在抽穗以前并不表現显著的病状。在网腥黑穗菌的个别生理小种入侵的情况下,受病植株比健康者矮,而且分蘖加多。病株都要在抽穗后才表現黑穗症状。病穗直立,这是由于病穗所产籽粒較輕之故。例如西伯利亚麦种(*T. vulgare* var. *lutescens*)每一健康籽粒重量为 34.6 毫克,而受腥黑穗病侵害的籽

粒平均仅重 11.2 毫克。病穗的颖片色泽也较健全者为深。它最初表现蓝绿色或灰绿色，后期变成植白色。健全颖片的颜色最初是油绿，后期是黄熟色。有芒品种的病穗麦芒弯曲不齐。麦芒在后期可能脱落。在抗病品种或在特殊环境下，病穗的一部分小穗可能避免受害并且正常孕实。有时病穗上只有一粒或少数病粒。当田间一般的小麦表现黄熟的顏色时，病株在一定时期内仍然保持深绿色。

病粒粗短，最初是暗绿色，粒内含有灰色乳浆。最后它的外表呈灰黑色或淡灰色，外面包有厚皮一层，内藏黑褐色粉状物。黑粉乃是病原菌的厚垣孢子。病粒又称病瘪。它在田间很少破裂，但用手指挤压即破，散出黑粉。一粒病瘪之内含有此项黑粉状的厚垣孢子约 100 万至 400 万颗。病瘪内有油脂状物质将孢子团结在一起。干燥以后孢子和油质结成硬块状。孢子含有三甲胺，有鱼腥气的臭味。新鲜的孢子更臭。当进行脱粒时，病瘪被碾碎，便有黑粉散出。它沾染在健全种子外表，乃是下一季发生侵染的主要病菌来源(图 1, A, 1—2)。

病原菌及其生物学特性 病原菌隶担子菌纲，黑穗菌目，腥黑穗菌科，腥黑穗菌属，计有两种。它们的主要区别在于孢子形态不同。

网腥黑穗病菌(*Tilletia caries*)的厚垣孢子是棕黑色或淡褐色的拟球状。表面有网状突起，直径约 15—23 微米。不孕细胞无色，直径约 12—18 微米。

光腥黑穗病菌(*Tilletia foetida*)的厚垣孢子表面光滑，颜色较淡，球状或卵状。直径 17—18 微米(或 17—20×18—22 微米)。不孕细胞无色，膜薄而较小，光滑。直径约 14 微米(图 1, 3)。

两种病菌的生活史相同，厚垣孢子萌发后，产生粗短的先菌

絲。它并无侵入作用，在它的頂端生出若干小凸起，于突起上产生担孢子8—16个，有时多至24个。担孢子細长，两端略尖，中部寬4微米，长70—80微米(图1,4)，具有单核。由性別不同的担孢子配合成对，用桥絲連接，成“H”状，然后萌发为較細的双核“侵染絲”。有时从侵染絲上再产生二生担孢子。二生担孢子萌发后，其芽管也須成对結合再生出侵染絲。

由担孢子或由二生担孢子結合而生出的侵染絲經由芽鞘侵入麦苗生长点。由于小麦的迅速上长而被带到穗部。当小麦抽穗时，它便到达子房。菌絲在子房内扩展，破坏子房組織，并且形成菌絲团。这些菌絲細胞都具有双核。当它們到达成熟期时，双核結合，胞膜加厚，形成厚垣孢子。大量的厚垣孢子填滿了麦粒，形成病癭。癭外的包皮是麦粒的外被膜(图1,1—2)。

病原的来源主要有三方面：(1)种子上附着的厚垣孢子。在脱粒时病穗上的病癭被打碎。癭內黑粉散出后便附着在麦粒上。(2)粪肥里混杂着厚垣孢子。当脱粒时，一部分黑粉状的孢子即沾在麦草上。如用这种污染的麦草飼养牲畜，孢子便能够通过牲畜腸胃而不死，并且混入粪肥。有些地方习惯用牧場积肥或洗麦污水或垫厩麦草加入堆肥之內，这样，孢子也可能混入粪肥。因此，施用未經充分发酵的厩肥时，其中孢子在接触麦粒的情况下，可能萌发而侵入麦苗。(3)麦地土壤里有着殘留的病癭和由风吹落土中的孢子。在一般地区內，进入土壤里的孢子在收麦以后的几个月內可以全部萌发。如当时田間并未播种小麦，孢子萌发时得不到入侵的对象，便会失去作用。至于在麦收后寒冷而干燥的地区，如春麦区，孢子暂时不会萌发，也就不会死去。来春播种小麦时，它仍有萌发和侵染的能力。在一般情况下，种子上附着的孢子是主要的侵染来源。

影响侵染的因素 种子上的孢子负荷量与感染率有关。据苏联试验记录,在中度抗病的春小麦品种和在适宜于感染的条件下,每粒种子上所沾孢子不足 300 枚时,感染率将不超过 1%。这和品种抵抗力及土壤温度也有关系。例如在上述条件下抗病品种的负荷量须 1000 枚孢子以下;感病品种则为 70 枚孢子以下,均可获致同上的感染率。在抗病力相同的情况下,如土壤温度不同,则感染所需的孢子负荷量亦不相同。例如在中等抗病的品种上,在土温为 $6-10^{\circ}\text{C}$ 时所需孢子负荷量为 300,在 $11-15^{\circ}\text{C}$ 时所需为 800,在 15°C 以上时则需 10,000—13,000 枚才能获得 1% 以下的感染率。

腥黑穗病菌是幼苗侵染型的病害。在播种以后以迄麦苗出土以前的时期内的土壤环境条件对于入侵具有决定性的影响。在各项土壤因素中,土壤温度的影响对于感染率尤为重要。腥黑穗病菌的厚垣孢子萌发时需要较低的温度。“侵入丝”的生长和入侵以在 10°C 为最盛(最高 20°C , 最低 5°C)。侵入以后病菌发育最适宜的温度为 $16-18^{\circ}\text{C}$ (最低 5°C , 最高 25°C)。另一方面,冬麦的幼苗发育最适温度为 $12-16^{\circ}\text{C}$, 春麦为 $16-20^{\circ}\text{C}$ 。在温度较低时,小麦的发芽和出土很慢(在 $1-2.5^{\circ}\text{C}$ 时虽亦可发芽,但萌发得很慢,在 $8-10^{\circ}\text{C}$ 时还是较慢的)。因此,在冬麦迟播或春麦早播的情况下,土温较低,麦苗的出土慢,而病菌的孢子萌发很快,便增加侵入的机会。反之,如冬麦早播或春麦迟播,土温略高,麦苗出土较快,侵入的机会便较少,发病率也就减少。例如青海西宁及湟中春麦在春分播种者发芽率平均为 21.9%,在清明播种者为 12.6%,在谷雨播种者为 5.5%。

寄主抗病性及病原菌的生理分化 厚垣孢子的萌发需要水分,同时也需要氧气。土壤太干则水分不足,限制了萌发;太湿则

氧气不足，也不利于萌发。一般的說，湿润适度的土壤(含水量40%)較利于孢子的萌发。地势的高低，播种前后的雨量、灌溉，以及土壤性质等都和土壤湿度有关。小麦播种时的土壤温度为9—12°C，而湿度为20—22%时，小麦腥黑穗病的侵染率为最高。

环境条件不仅影响病原菌，也影响于寄主。在各种条件中，营养是最有决定意义的条件之一。植物的新陈代謝产物是寄生菌所需营养物质来源，改变了环境条件就能影响植物新陈代謝的特性。因此，人們便也能够控制这种特性，使植物抵抗病害。例如苏联用来源相同的小麦品种分发到苏联各地栽培，其結果証明，当品种向北和向东推移时，无论染病品种或抗病品种，其抗腥黑穗病性都发生了变化。在温度低和湿度高的地区如苏联远东和黑海边区，能使小麦的化学作用趋向于增高腥黑穗感染性方面变化。而在夏季温度高和湿度低的地带則能使小麦加强对該病的抵抗性。苏联学者又进一步將上述的在远东低温地区内所得的种子，也就是受了环境影响而減低了抗病性的种子，进行人工加热处理，結果小麦的化学作用又向提高抗病性方向变化。抗病性的加强或丧失取决于品种与寄生物的变异性。植物的遺傳性是基于一其所固有的新陈代謝的特性。寄生物对寄主植物的适应是依靠它对寄主新陈代謝的适应而达到的。因此，在防治腥黑穗病的同时，还可以利用环境和适当教养而引起的变异。

至于病原物的变异，也是在防病的斗争中不可忽视的一个重要方面。小麦腥黑穗病菌既然依靠一定的寄主以获得营养，在系統发育上就賦予适应該品种的特性。由于植物品种的改变，病原菌乃产生相适应的生理小种。因此，病原菌的“种”在实质上乃系若干生理小种的綜合。各个生理小种有其对于一定地区及一定品种的适应范围。例如，苏联研究已証明在阿尔明利亚有两个属于

网腥黑穗病菌(*Tilletia caries*)的生理小种。*T. caries* f. *vulgaris* 能侵害軟粒小麦和其他一些小麦如硬粒小麦(*Triticum durum*)、二粒小麦(*Tr. dicoccum*)等;另一生理小种 *T. caries* f. *dicocci* 則很少侵害軟粒小麦。試驗进一步証明,不利于寄主的栽培条件有促使病原菌入侵抗病品种的可能。病菌获有适应这一品的能力之后,如再度遇到这一品种,其致病性将更加强。在以后的年份中,即使在有利于寄主的条件下,它也能侵染这一品种。

防治的途徑 此病的防治,一般仍以种子处理为主要环节。目前广泛使用的方法为賽力散拌种。剂量为种子重量的0.2%。并有建議用紅砒者(0.01—0.05%)。

在土壤中无越冬或越冬孢子的情况下,用清水洗种法也可以收到減輕发病的效果。因为孢子負荷量在洗种过程中已大为降低。孢子負荷量达到一定低的限度,感染率大为减少。所以在药剂来源有困难时,清水洗种仍具有試用的价值。

有些地区制造粪肥时系利用麦場殘余物,粪肥带菌量很高。且在播种时粪肥与种子接触,以致施肥也能傳播这一病害。山东省用粪种隔离施用法,经过不断改进,获有防病成效。在粪肥傳播的地区这是一个防治的途徑。堆制粪肥的方法也很有关系,在发酵不良的粪肥里,孢子存活率较高。为了促进发酵,可以在堆制时加用石灰氮,按粪肥重量1—2%加用。在有腥黑穗病的地区,应避免用含有孢子的殘余物制作麦田粪肥。

在干燥寒冷地区,孢子有在土壤內越冬的可能,发病严重的麦田可考慮輪作,須間隔1—2年以后再种植小麦。

在土壤温度較低时播种小麦有利于幼苗侵染。在栽培条件許可的情况下可以調整播种期以避免低温。在冬麦区不宜迟播,在春麦区不宜早播。播种时复土过深,則麦苗出土延緩,有利于入

侵。

抗病品种的选育和推广栽培，为防治的基本环节。现有的改良品种如早洋麦、碧玉麦、甘肃 96 号、西北 60 号、487 春麦以及山东的三八麦均能抵抗腥黑穗病。

国营农场和有条件的人民公社宜布置留种地(种子圃)，以保证选留无病种子。在布置新的留种地以前必须先从小田挑选足够数量的无病麦穗作为原始材料，供第一年繁殖用。并在培育期间注意拔除病株。再从留种地里挑选足够数量的无病优良穗子作为第二年留种地的种子。其余作为第二年大田播种材料。收获时将它们另行脱粒，隔离收藏。以后逐年如此，以保证种子的纯洁无病，并提高其质量。

2. 小麦秆黑粉病

这是一个世界性的病害，但仅在局部地带发生较多。我国小麦秆黑粉病主要发生在冬麦区。冬麦区北部又较南部为多。山西、河南、山东、河北、陕西、甘肃等省局部地区较为严重。各地有“黑枪”、“麦疽”、“僵干”等土名，很能象征它的症状。有些地方叫它“乌麦”、“黑疽”。显然将它和另一些黑粉病混同称呼。

此病为幼苗侵染型。一般在小麦拔节期起迄抽穗期止陆续表现症状。病菌在幼苗出土以前入侵小麦芽鞘。菌丝进入生长点后，随同叶原基组织的发育而进入叶和上部的茎组织。菌丝在叶和茎的柔膜组织内扩展，所以形成与叶脉平行的条状病斑。茎和叶鞘及叶片上的病斑随着寄主的生长而加长。最初它是淡灰色，外表被寄主的表皮组织复盖着。当厚垣孢子成熟时，病斑逐渐隆起，呈深灰色。病斑表皮破裂以后，露出黑粉状的孢子团。病叶蜷曲，植株矮小(图 1, B)。发病严重的植株常常在抽穗以前即渐枯死。有些病株虽能抽穗，但常拳曲在顶部叶鞘内。有时抽出畸形

穗，不能結种子。病勢較輕時，只在葉片上產生少數病斑，仍舊能够抽穗結籽。以上各種程度的病狀往往在同一田內出現。在感染品種中重病植株往往較多。

小麥杆黑粉病菌(*Urocystis tritici*)屬於腥黑粉菌科(*Tilletiaceae*)。孢子堆生在小麥莖秆或葉片上的條狀病斑里。每一個黑粉顆粒是一個孢子團。孢子團由1—4個厚垣孢子組成核心，外圍由若干不稔細胞所組成。孢子團球狀至長球狀。直徑約18—35×35—40微米。厚垣孢子橢圓形至球形，光滑，深赤褐色，直徑約14—20微米。孢子團外圍的不稔細胞較厚垣孢子為小，無色至淡褐色。

孢子團萌發時，由厚垣孢子生出圓柱狀的担子(又稱先菌絲)，經由不稔細胞間伸出孢子團外。担子無色透明，長度約30—110微米。在接近担子頂端處輪生出担孢子3—4個。担孢子長棒狀，頂端尖削，微曲，長25—27微米(圖1, 5—6)。在不同溫度下，有各種畸形萌發現象，例如畸形有分隔的担子；或由正常的担子上直接產生侵染絲；或產生担孢子後再產生侵染絲等。

小麥杆黑粉病菌有生理專化現象。我國學者曾用五個小麥品種進行鑒別。區別出生理小種12個。

重病的植株早死或生得較矮，在收穫時不易割盡。因此，大量的孢子隨著病秆留在田間，成為次季的侵染病源。此外，一部分病組織連同收穫物被送往麥場。在脫粒時孢子散出，因而沾染其他麥粒。根據接種試驗，土壤及種子沾染均能導致侵染。在無病地區引種新品種時，種子帶菌是病菌的來源。

厚垣孢子在試驗室條件下能存活5—9年。在田間情況下，厚垣孢子存活期的長短依環境條件而不同。在乾燥土壤中孢子存活較久。土壤用病秆接種後，分年播種。感染率雖逐年遞減，但至第

四年仍有感染。田間連年種植染病品種后，土中孢子年有加入。在這一情況下，來自土壤的侵染是很重要的。

杆黑粉病菌的厚垣孢子雖能在土壤中長期存活，但必須在小麥萌芽以迄麥苗出土以前的短暫時間內完成孢子自身的萌發程序，迅速入侵，始能發生作用。據接種試驗，小麥芽鞘長度超過4毫米時即難於入侵。在陝西試驗結果，西農6028號小麥在萌芽三天后，長度在3毫米以下的約占51%。杆黑粉病菌的厚垣孢子成熟程度不一致，一部分孢子須經受一定時間的高溫和光照處理（32—34°C，燈光下36小時）始能完成其后熟作用。孢子萌發時并需要下列條件：（1）有一定時間的液體的預浸，使吸收水分。試驗中以土壤浸液預浸三天為最好。（2）要有催化物質的刺激。試驗中以小麥芽的組織為最好。經過預浸的孢子在加入麥芽組織后12小時即能萌發67%。大麥、小米、玉米、豌豆等幼芽組織都有不同程度的刺激作用，棉花、油菜則無。（3）孢子萌發的適溫為19—21°C。在4—7°C至21—22°C的變溫中雖亦能萌發，但不產生担孢子而直接由担子上生出畸形分枝。（4）在萌發過程中黑暗較有光線為佳。將以上因素聯繫起來看，后熟作用使孢子避免在不適當的時期萌發。而其他的嚴格條件，則又保證孢子在適當時機內集中萌發。在條件具備時它便迅速地萌發。這樣就可保證其在短暫時機內向麥芽入侵。

小麥播種后以迄麥苗出土以前的階段內，土壤的溫度和濕度對於孢子萌發和入侵有密切的關係。土溫為19—21°C固有利于孢子的萌發，但土壤濕度也有很大的影響。但在土壤濕度較低時，入侵頗受限制。從栽培技術上調整土壤環境，創造有利于小麥生長而不利于孢子萌發的條件，乃是防治途徑之一。

小麥品種間的抗病性差異顯著，據華北區進行試驗的結果，

1, 181 个品种中, 经过接种而不发病者 837 个品种; 发病率在 0—5% 者 185 品种; 5—10% 者 79 品种; 10—30% 以上 23 品种。华东用 3, 930 个品种进行试验, 其中 1, 580 个品种具有高度的抵抗性。山东省的齐大 195 和蚰子麦等品种抗病力均强, 已在发病地区进行推广。此外, 北方冬麦区的著名改良品种中, 抗杆黑粉病者还有早洋麦、燕麦 35368、燕大 1817 及在新疆种植的乌克兰 0246 号。南方冬麦区的中农 28 号、碧玉麦及浙农 9 号也能抗杆黑粉病。选育抗病品种, 是防治这一病害的基本方向。但是由于不同地区的杆黑粉病菌有不同的生理专化类型, 选种工作应分区进行。例如齐大 195 号小麦对于各地的菌种均显示免疫, 但对于许昌的菌种则有 2% 的感染率。此外, 品种对于其他病虫害及气候条件的抵抗情况也须注意。例如矮立多、石观 233、金大 506、(Hope × Turkey) × Turkey、石观 23 号等品种在河北试验均能抗杆黑粉兼抗条锈病, 但抗寒力较差。齐大 195 号小麦虽能抵抗杆黑粉病, 但在武功试验中则感染条锈病。武功的西农 6028 号品种能抗条锈病及吸浆虫, 但易于感染杆黑粉病。

种子沾染是新麦地里的杆黑粉病传播来源。无论在防虫或其他原因下调撥种子向无病地区推广, 抑或在轮作期满后种植小麦, 均须确保无病种子的供应。在农业集体化的过程中, 由于轮作制度广泛地应用着, 种子带菌问题已具有新的意义。须在病区建立种子繁育系统并贯彻种子保健原则。有条件的农业社应设立无病留种地, 繁殖无病种子以供大田种植之用。

种子消毒乃是防止种子传病的必要的保证。目前推广的拌种药剂为赛力散(按种子重量的 0.2%)。在赛力散供应不足的情况下可用硫黄粉(1%)代替。至于在发病较重的麦田内, 土壤内已有大量孢子存在着, 在此种情况下, 药剂拌种仅能收到部分效果。

据华北进行病区药效试验的结果，赛力散拌种在病区的防病效率平均为 50% 强。

在重病麦田应考虑轮作 1—2 年或换用抗病品种。割麦时须注意减少残留的病株，并于收集后焚毁或深埋。促使小麦迅速出土有避免侵染的作用。在耕作技术上注意调整播种期和合理地施用肥料等亦具有防病的意义。

3. 小麦散黑穗病

小麦散黑穗病与腥黑穗病虽均为害穗部，但散黑穗病的破坏性比较明显。腥黑穗病虽使籽粒内部产生黑粉，但仍保持一定的穗形。散黑穗病则破坏全部花器，将小穗转变为孢子堆。当黑粉状的厚垣孢子被风雨播散以后，留下来的只有穗轴（图 1, C）。所以散黑穗又称为裸黑穗。各地有“枪杆”、“火焰包”、“乌麦”等土名。

此病的分布很广。世界上有小麦的地区均有此病。但其为害的程度依气候而不同。由于它是花器侵染型的黑穗病，所以小麦开花期间的气温和雨量常给此病的侵染以决定性的影响。凡在小麦抽穗后温暖多雾的地区，小麦黑穗病往往比较严重。此病在长江流域较华北为重。在东北地区比西北和内蒙为重。但由于品种的更换和各年气候的变动，散黑穗病的发病严重程度又常有变化。此病既系以菌丝潜伏在种子内部越冬或越夏，故须待受病种子萌发后直到抽穗时始能表现症状。各年病穗的多寡又依上年的入侵多寡而定。

带病的种子虽有菌丝潜伏在胚部，但外表并无病状。在种子萌发时，胚部的潜伏菌丝也就萌动，随着小麦的生长点向上发展。在麦苗发育到 2—3 节时，菌丝体进入穗原基。在孕穗期间，菌丝在小穗内迅速扩展，破坏花器，形成厚垣孢子。病穗在实质上已成

为孢子堆。外面有灰白色薄膜复盖着。在病穗露出苞叶之前，薄膜已经破裂。这一系列的病变都在苞叶之内进行着，不易觉察。有时隔着苞叶透露隐约的灰色。病穗尖端略微露出苞叶时，即有黑粉散出。

在病穗抽出后，如有风雨，黑粉大部吹散。留下裸露的穗轴。在穗轴的节部可能见到残余的黑粉。通常病穗上的小穗全部毁灭无存(图 1, C)。有时只是一部分小穗被毁，但不多见。受病植株的分蘖往往全部产生黑穗。有时茎叶等部也呈现黑色条状孢子堆。

病株抽穗期常略早于健株。在晴朗有风的气候条件下，一般植株扬花时，田间已有大量孢子随风传播。所以在小麦开花的短暂时间内，孢子得以沾染花器，并且萌发入侵。

病原菌及其生物学特性 小麦散黑穗菌 (*Ustilago tritici*) 的厚垣孢子球形或近球形，直径约 5—9 微米，茶褐色，半边略淡。它的表面有微细的刺状突起。萌发时产生担子，但不产生担孢子而是由担子上的四个细胞分别生出丝状分枝。异性的分枝互相交配后产生双核菌丝(图 1, 7—8)。

新鲜的厚垣孢子在储藏 24 小时后就能够萌发。萌发的最适温度约 20—25°C(最低 5°C, 最高 35°C)。温度适合时，在清水中 24 小时即可萌发。孢子的迅速萌发乃是向柱头入侵的有利条件。

病原菌以雌蕊柱头为其侵入点。柱头是否湿润关系着孢子萌发的难易。柱头的老嫩则又关系着入侵的难易。在柱头刚刚裂开并有润湿的分泌物的时候，落在柱头上的孢子能在 24 小时内萌发，并完成其产生侵染丝的过程，准备向柱头入侵。在柱头组织略微萎缩的阶段，菌丝较易穿入。入侵以后，菌丝经由花柱内部的管道进入子房。从入侵以迄进入子房约需 2—7 天。菌丝必须在珠