

黑粉菌与黑粉病

刘 惕 若 编 著

农 业 出 版 社

黑粉菌与黑粉病

刘惕若 编著

农业出版社

黑粉菌与黑粉病

刘惕若 编著

农业出版社出版 (北京朝内大街 130 号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 15.5 印张 267 千字
1984 年 5 月第 1 版 1984 年 5 月北京第 1 次印刷
印数 1—4,300 册

统一书号 16144·2694 定价 2.70 元

前 言

黑粉病是农作物病害中分布广、为害大的一个类群，自古以来对农业生产都具有直接威胁。我国建国初期，禾谷类黑穗病平均发病率在8%左右，严重地块达70%。全国农业发展纲要（修正草案）把禾谷类黑穗病列为被消灭的对象。在中国共产党的领导下，经过大力推广种子拌种和推广抗病品种等措施，到1960年种传黑穗病的发生率已压低到0.3%以下，收到显著成效。但是，近些年来由于放松了防治，黑穗病的发生与为害回升很快，种传黑穗病发病率已达4%，甚至有的生产队莠麦因黑穗病的为害颗粒无收；土传黑穗病如玉米丝黑穗病在全国玉米产区蔓延成灾，据北方9个省、市1975年统计，玉米因病损失粮食达六亿五千万斤。所以，进一步开展关于黑粉病的研究与防治确为必要。

多年来，我国广泛而深入地开展了关于黑粉病的研究和防治工作，取得了丰富的经验，为今后进一步深入开展黑粉病的研究和防治，打下了良好的基础。本书试图就黑粉菌与黑粉病的基础知识作些全面介绍，希望能对进一步开展这一工作提供部分参考。

本书承蒙河北农业大学植物保护系主任王焕如教授对全书作了详细审阅和修改，在此表示衷心感谢。在编写过程中，又得到了沈阳农学院吴友三教授、李舜芳先生、华南农学院范怀

忠教授、云南农业大学段永嘉教授、西北农学院李振岐教授、湖南农学院陈祯教授、山西农学院孙树权教授、吉林农业大学王子权教授、甘肃农业大学魏永良先生、浙江农业大学戎文治教授、山东农学院严敦余先生、佳木斯农校张雨奇教授、吉林省农业科学院研究员胡吉成、白金铠和吴新兰同志、合江地区农科所研究员黄桂潮同志、白城地区农科所陆宝琚同志、陕西省农科院植保所马秉元同志、辽宁省农科院作物所马宜芳同志、黑龙江省国营农场总局红兴隆农科所辛明远同志以及黑龙江省植检植保站、辽宁省北票县农业局等单位 and 同志的支援，为本书提供了大量资料和赠送标本，并提出宝贵意见。在此向这些单位和同志致以谢意。

由于个人的理论与实践水平的限制，书中定有不少错谬之处，诚望给予批评指正。

著者 1980年3月

目 录

前言

第一章 黑粉菌与黑粉病的概念	1
第一节 黑粉菌的菌丝与孢子	1
一、黑粉菌的菌丝体	2
二、黑粉菌的孢子	5
三、黑粉菌的生殖	15
(一) 无性生殖	16
(二) 有性生殖	16
第二节 孢子传播与萌发	20
一、孢子的传播	20
二、冬孢子的休眠与寿命	23
三、孢子萌发方式	26
四、孢子萌发条件	32
(一) 湿度	32
(二) 氧气	34
(三) 温度	34
(四) 光	36
(五) 酸碱度	37
(六) 营养与刺激物质	38
第三节 黑粉菌的生活史	40
一、黑粉菌的核周期	40
二、生活史类型	45
第四节 腐生与寄生	46
一、腐生	46
(一) 腐生阶段	47

(二) 培养	47
二、寄生	51
(一) 寄生阶段	52
(二) 寄主范围	52
三、生理小种	57
第五节 侵染	63
一、侵染类型	64
(一) 幼苗侵染	64
(二) 花器侵染	66
(三) 局部侵染	70
(四) 嫩茎侵染	71
二、侵染方式	71
三、侵染条件	72
(一) 寄主植物	72
(二) 接种密度	75
(三) 温度	80
(四) 湿度	83
(五) 土壤反应 (pH值)	87
(六) 光周期性 (Photoperiodism)	89
(七) 耕作、栽培技术	90
四、一次侵染与再次侵染	92
第六节 致病与抗病	93
一、致病力	93
(一) 黑粉菌的致病特点	94
(二) 致病力的遗传与变异	95
二、抗病性	101
(一) 抗病特点	101
(二) 抗性遗传	105
第七节 发病	110

一、菌丝体在寄主体内的扩展	110
(一) 扩延方式	110
(二) 潜伏侵染	112
(三) 潜育	112
二、病变	113
(一) 生理上的病变	114
(二) 形态上的病变	118
(三) 环境的影响	117
第八节 症状	120
一、肿瘤	121
二、黑穗	122
三、条斑和斑点	124
四、矮化	124
五、丛生	124
六、畸形	128
七、扭曲	129
八、黄化	129
九、返祖	129
十、死亡	131
第九节 侵染循环	131
第十节 防治	133
一、检疫	134
二、种子处理	135
(一) 物理学方法	135
(二) 嫌气灭菌	135
(三) 化学的方法	136
(四) 生物防治	138
三、抗病育种	139
(一) 抗病鉴定	139

(二) 品种布局	140
四、农业措施	142
(一) 轮作	142
(二) 调节播期	142
(三) 施用净肥	143
(四) 施用微量元素	143
(五) 清除田间菌源	144
五、药剂防治	144
第二章 黑粉菌的分类	145
第一节 黑粉菌目的科及重要属	145
一、黑粉菌目分科检索表	146
二、常见黑粉菌属检索表	146
第二节 黑粉菌科	148
一、黑粉菌科属的检索表	148
二、黑粉菌科的重要菌属	150
(一) 黑粉菌属	150
(二) 轴黑粉菌属	157
(三) 丝黑粉菌属	162
(四) 瘤黑粉菌属	162
(五) 核黑粉菌属	164
(六) 团黑粉菌属	166
(七) 皮堆黑粉菌属	167
(八) 褶孢黑粉菌属	167
(九) 楔孢黑粉菌属	169
(十) 粘双孢黑粉菌属	171
(十一) 蛤孢黑粉菌属	172
第三节 腥黑粉菌科	172
一、腥黑粉菌科属的检索表	172
二、腥黑粉菌科的重要属	173

(一) 腥黑粉菌属	173
(二) 尾孢黑粉菌属	176
(三) 叶黑粉菌属	176
(四) 条黑粉菌属	178
(五) 裸球孢黑粉菌属	179
(六) 实球黑粉菌属	180
(七) 虚球黑粉菌属	181
(八) 黑斑黑粉菌属	182
(九) 根肿黑粉菌属	183
第四节 粉座菌科	184
第三章 黑粉病与黑粉病的防治	185
第一节 小麦黑粉病	185
一、小麦散黑穗病	185
二、小麦腥黑穗病	213
附一 小麦矮腥黑穗病	237
附二 小麦印度矮腥黑穗病	242
三、小麦条黑粉病	244
第二节 大麦黑粉病	254
一、大麦散黑穗病	254
二、大麦坚黑穗病	266
附一 大麦黑散黑穗病	274
附二 大麦腥黑穗病	278
第三节 燕麦黑粉病	278
一、燕麦散黑穗病	278
二、燕麦坚黑穗病	287
第四节 玉米黑粉病	291
一、玉米瘤黑粉病	291
二、玉米丝黑穗病	325
第五节 高粱黑穗病	345

一、高粱丝黑穗病	345
二、高粱散黑穗病	355
三、高粱坚黑穗病	361
四、高粱长粒黑穗病	365
五、高粱花黑穗病	367
附一 光高粱黑穗病	369
第六节 粟与黍黑粉病	371
一、粟粒黑穗病	371
附一 狗尾草黑粉菌	378
二、粟墨黑穗病	380
附二 金狗尾草黑粉菌	381
三、黍丝黑穗病	382
第七节 水稻黑粉病	386
一、稻粒黑穗病	386
二、稻叶黑粉病	391
第八节 甘蔗黑粉病	394
一、甘蔗鞭黑粉病	394
附一 甘蔗轴黑粉病	401
第九节 蔬菜黑粉病	402
一、洋葱条黑粉病	402
二、菰(茭白)黑粉病	408
三、芸苔条黑粉病	411
第十节 药用植物黑粉病	411
一、薏苡黑粉病	411
附一 薏苡腥黑粉病	414
二、知母黑穗病	415
第四章 黑粉菌与黑粉病的研究方法	418
第一节 分离与培养	418
一、分离	418

(一) 孢子分离	418
(二) 组织分离	419
二、培养	420
(一) 培养条件的研究	421
(二) 培养结果的观察与计算	424
第二节 孢子萌发	425
一、孢子萌发试验方法	426
(一) 悬滴法	426
(二) 琼脂平板法	426
二、孢子萌发条件	426
(一) 温度	426
(二) 水滴与湿度	427
(三) 营养与刺激物质	427
(四) 光照	428
(五) 空气	431
(六) pH值	431
三、记载与计算	431
第三节 带菌检验	431
一、取样	432
二、检验	432
(一) 带菌种子的检验	432
(二) 带菌土壤的检验	441
第四节 接种技术	442
一、花器侵染的类型	444
(一) 涂抹法	444
(二) 喷雾法	444
(三) 注射法	444
(四) 半真空法	444
(五) 芽接法	444

二、幼苗侵染的类型.....	445
(一) 干孢子粉接种	445
(二) 孢子悬浮液接种	445
(三) 土壤接种	446
(四) 涂抹接种.....	446
(五) 注射接种.....	446
(六) 伤口接种.....	446
(七) 根接种.....	446
三、局部侵染的类型.....	446
(一) 幼芽接种	446
(二) 注射接种	447
(三) 滴液接种	447
四、嫩茎侵染的类型.....	447
第五节 侵染.....	448
一、侵入现象.....	448
二、侵染条件.....	449
(一) 侵染与寄主的生育期	449
(二) 侵染与寄主的生育状态	449
(三) 侵染与菌量	450
(四) 侵染与湿度	451
(五) 侵染与温度	451
第六节 杀菌剂的药效测定.....	452
一、室内测定.....	452
(一) 抑菌圈法	452
(二) 孢子萌发试验法	454
二、田间试验.....	455
(一) 种子处理效果试验	455
(二) 药土和土壤施药	456
三、染色法.....	456
参考文献	459

第一章 黑粉菌与黑粉病的概念

黑粉菌所致病害，是在一定的空间条件下，病原与寄主相互作用的开始与结局，它的概念，包括病菌本身的一些特性，同时也涉及到寄主、病原与寄主、以及环境。这是构成黑粉病的四个侧面。

第一节 黑粉菌的菌丝与孢子

与其他大多数植物寄生真菌一样，黑粉菌孢子为繁殖体，菌丝为其营养体。孢子用以传播，菌丝寄生为害。黑粉菌的个体发育周期，多数与寄主植物的个体发育终生相伴。不过蔓延于寄主植物体各部位的菌丝，不一定必然都能形成孢子。小麦散黑粉菌 (*Ustilago tritici*) 的菌丝可存在于小麦的种子、茎、叶、穗等部位，在通常情况下只是在穗部的菌丝才形成孢子。玉蜀黍黑粉菌侵染玉米的部位，就是它在其上形成孢子的部位。前者的孢子产生，对寄主的器官有一定的特异性，后者没有。不过，黑粉菌的这种对寄主器官的特异性也不能看成是绝对的，通常只侵染高粱与玉米穗部的丝黑粉菌 (*Sphacelotheca reiliana*) 亦可为害叶片，在玉米叶片上形成条形斑，在高粱叶片上产生疱状斑，并产生冬孢子。

一、黑粉菌的菌丝体

黑粉菌的菌丝体源于双核的侵染丝的发展，也即是它是源于冬孢子萌发后的产物的配合。侵入寄主体内的双核侵染丝，在植物体内扩延、发育而成纤细而又分枝的菌丝体。黑粉菌的菌丝是多胞的。单条菌丝无色，透明。菌丝细胞壁在相当长的一段时期内是很薄的，俟其发育到转为孢子阶段，细胞间的胞壁胶化、加厚。寄生在植物体内的菌丝是双核的，即每一细胞内含有二枚单倍体的细胞核。也有的是单核的，*Ustilago maydis* 可以单倍体的芽管侵入植物体内，但侵入后对寄主植物的危害受到很大限制，而且也不能形成病瘤，更不能形成冬孢子。

在寄主植物体内的黑粉菌的菌丝，一种形式是穿透寄主组织细胞壁，伸入到寄主体的细胞内；另一种形式是菌丝不伸入到寄主体的细胞内，而只在寄主组织的细胞间蔓延（图1）。菌丝体存

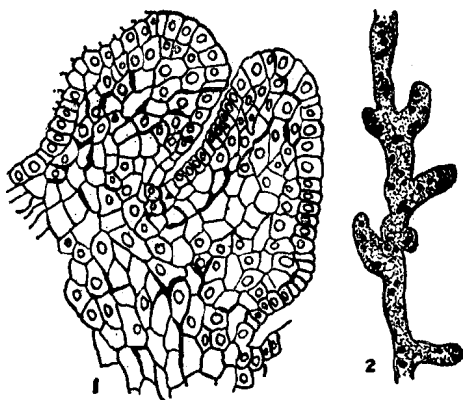


图1 黑粉菌的菌丝

1. *Ustilago levis* 在燕麦幼苗生长点的菌丝

2. 细胞间的菌丝片段

在于寄主组织的部位上的差异，不是黑粉菌各属的特性。同一属的黑粉菌，如*Ustilago* 中小麦散黑粉菌(*U. tritici*)的菌丝，蔓

延于小麦植株组织的细胞间；玉蜀黍黑粉菌(*U. maydis*)的菌丝，则伸入到玉米植株组织的细胞内。

黑粉菌的菌丝在未转为孢子前，其细胞壁很薄，以利自寄主体内吸收营养。黑粉菌也是借助于菌丝与寄主组织的渗透压差来摄取营养的。一般菌丝在营养阶段，生长发育很快，在形成孢子之前将积累大量营养物质。

在黑粉菌中，有的是以菌丝直接伸入到寄主组织细胞内，在寄主细胞内的菌丝直接从寄主体细胞内吸取N和C源等物质。菌丝蔓延于寄主体细胞间的类群，有的则产生头状等不同形式

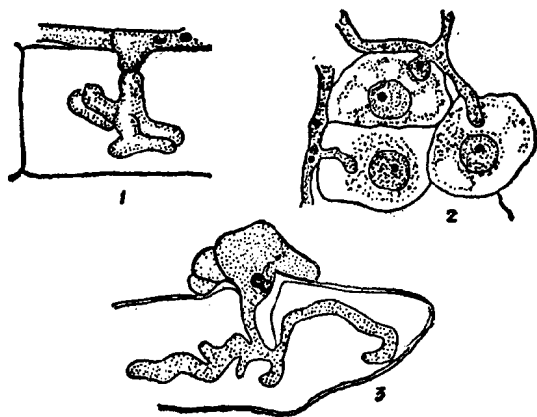


图2 黑粉菌的吸器

1. 银莲花杆黑粉菌 *Urocystis anemones* (仿E. A. Bessey) 2. 花药黑粉菌 *Ustilago violacea* 3. 睡莲叶黑粉菌 *Entyloma nymphaeae*

的吸器(图2)，用吸器插入到寄主体的细胞内吸取营养，如玉蜀黍黑粉菌(*Ustilago maydis*)，睡莲叶黑粉菌(*Entyloma nymphaeae* (Cunn.) Setch)等；另一类则与菌丝在寄主细胞内蔓

延的一样，是靠菌丝体的渗透作用，通过寄主体的细胞壁，直接获取营养，如小麦散黑粉菌。

寄主植物体内的菌丝体的扩延方向和速度往往与寄主植物的生长发育阶段有关。有很多种类，如小麦散黑粉菌 (*Ustilago tritici*)、大麦散黑粉菌 (*U. nuda*)、大麦坚黑粉菌 (*U. hordei*)、玉米丝轴黑粉菌 (*Sphacelotheca reiliana*) 等等，似趋向寄主生长优势部位，也即是它们有趋向寄主的生长点和生理机能活跃的部位的特性。这种现象常常是表现于系统侵染的黑粉菌中。但是，菌丝生长趋向寄主的生长点，也不是菌丝体的生长完全与寄主植物的生长点并驾齐驱，而是菌丝体落于寄主的生长点的后面，如小麦散黑粉菌。有的种类，如玉蜀黍黑粉菌、洋葱黑粉菌 (*Urocystis colchici*) 就不具备这种特性，它们是寄生在寄主体的分生组织上。

寄主植物体内菌丝体的寿命，常与寄主植物的生命有关。寄生在多年生植物上的黑粉菌，其菌丝可能亦是多年生的，如菰黑粉菌 (*Ustilago esculenta* P. Henn.)。一般认为寄生在一年生植物的黑粉菌，在植物体内的菌丝常伴随寄主植物的死亡而死亡，如玉蜀黍黑粉菌、高粱坚黑粉菌 [*Sphacelotheca sorghi* (Link) Clint.] 等。系统侵染的黑粉菌菌丝是遍达全株的。著者试验，将已发病的薏苡把茎冠刈除，自冠节部重新长出的蘖株仍然发病。

如果说黑粉菌的菌丝是其营养体，其孢子是传播体也是不完全的。黑粉菌的菌丝的片段也是可以继续生长的。而且象 *Ustilago tritici* 和 *U. nuda* 它们是以孢子侵染，而以潜伏在种子内的休眠菌丝越冬或越夏。带有菌丝的种子是寄主子代发病