

农作物病虫害防治丛书

小麦锈病及其防治

李振岐 商鸿生 编著

上海科学技术出版社

农作物病虫害及其防治丛书

小麦锈病及其防治

李振岐 商鸿生 编著

上海科学技术出版社

农作物病虫害及其防治丛书

小麦锈病及其防治

李振岐 商鸿生 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 江苏泗阳印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7835 字数 162,000

1960 年 2 月第 1 版 1983 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—7,200

ISBN7-5323-0324-1/S·50

统一书号: 16119·908 定价: 2.25 元

前 言

小麦锈病包括条锈、秆锈和叶锈，是我国小麦生产上最重要的一类病害。它在我国各地均有分布，在流行年份可使小麦减产百分之二十至三十，在特大流行年份可引致更大损失，甚至造成颗粒无收。1950年和1964年我国小麦锈病两次大流行，估计分别减产60亿公斤和32亿公斤。

正因为小麦锈病是如此严重的一类病害，所以解放后党和政府对小麦锈病的防治和研究工作十分重视。1950年8月农业部曾召开全国小麦锈病防治研究协作委员会，讨论、制定了我国小麦锈病的防治策略和方针，并拟定了防治研究协作计划。1964年敬爱的周总理对我国小麦锈病的防治研究工作做了专门指示。此外，为了及时总结和交流防治研究工作的经验，还多次召开专门会议。因而解放后三十多年来，我国广大锈病工作者与农民群众相结合，在小麦锈病的发生和流行规律、预测预报、抗锈育种和药剂防治等研究方面均取得了很大成绩，为控制我国小麦锈病的流行为害做出了很大贡献，同时也为进一步从根本上研究和解决我国小麦锈病问题打下了良好基础。

小麦锈病也是世界上许多产麦国家小麦生产上的一个突出病害，很多国家对小麦锈病的防治和研究工作十分重视，有的成立了专门机构，所以近年来在小麦锈病防治研究方面也取得了不少新的进展。

本书主要介绍小麦锈病的基本知识和技术，以及国内外

当前在小麦锈病防治、研究方面的进展、问题和发展动态，为在我国更好地开展小麦锈病的防治和研究工作，为加速实现农业现代化贡献力量。

本书编写主要由李振岐、商鸿生完成，另外，宁毓华同志为本书编写了“小麦品种抗锈性鉴定方法”，并提供了部分扫描电镜照片；康振生、陆和平同志为本书拍摄了部分照片，并协助设计了部分图表。

应当指出，过去国内外在小麦锈病的防治和研究方面均进行了大量工作，积累了极为丰富的经验和资料，由于作者的水平和本书的篇幅所限，难免挂一漏万和有许多缺点和错误。尚希读者批评指正。

李振岐 商鸿生

1987年4月于陕西杨陵

目 录

一、小麦锈病的分布、为害和症状.....	1
(一) 小麦锈病的发生历史.....	1
(二) 小麦锈病的分布.....	2
(三) 小麦锈病的为害.....	2
(四) 小麦锈病的发生特点.....	3
二、小麦锈病的病原菌.....	11
(一) 病原菌分类地位和形态.....	11
(二) 病原菌生理生态特性和寄主范围.....	15
(三) 病菌生活史.....	18
三、小麦锈病的病程.....	22
(一) 侵入期.....	22
(二) 扩展期.....	26
(三) 发病期.....	30
四、小麦锈病的侵染循环.....	32
(一) 小麦条锈病的侵染循环.....	32
(二) 小麦秆锈病的侵染循环.....	47
(三) 小麦叶锈病的侵染循环.....	49
五、小麦锈菌的寄生专化性.....	51
(一) 研究简史.....	51
(二) 小麦秆锈菌的寄生专化性.....	56
(三) 小麦条锈菌的寄生专化性.....	62
(四) 小麦叶锈菌的寄生专化性.....	68
六、小麦锈菌毒性的遗传和变异.....	75

(一) 小麦锈菌毒性的遗传	75
(二) 小麦锈菌毒性的变异	77
七、小麦品种抗锈性	95
(一) 小麦品种抗锈性的类型	95
(二) 小麦品种抗锈性的遗传规律	104
(三) 小麦品种抗锈性的变异规律	121
八、小麦锈病的大区流行	129
(一) 小麦条锈病的大区流行	130
(二) 小麦秆锈病的大区流行	139
(三) 小麦叶锈病的大区流行	142
(四) 小麦锈病的流行因素	143
九、小麦锈病的预测预报	149
(一) 现行小麦锈病预测预报方法	149
(二) 数理统计预测预报	159
十、小麦锈病的综合防治	175
(一) 品种防治	175
(二) 药剂防治	196
(三) 栽培防治	207
附录：小麦锈病的研究技术	211
(一) 普遍率、严重度和病情指数的计算方法	211
(二) 损失估计方法	213
(三) 孢子萌发方法	213
(四) 单孢子分离方法	214
(五) 空中孢子捕捉方法	216
(六) 生理小种鉴定方法	218
(七) 品种抗锈性鉴定方法	220
主要参考文献	229

一、小麦锈病的分布、为害和症状

(一) 小麦锈病的发生历史

小麦有三种锈病即小麦条锈病、小麦秆锈病和小麦叶锈病。小麦锈病俗称“黄疸病”，是小麦上发生最早的一类病害。据推测，小麦锈菌存在的时间至少与小麦栽培历史相同；又据记载，公元前700年古罗马有每年4月25日祭祀锈神罗比戈(Robigo)和罗比戈斯(Robigus)的节日，称为罗比加里亚(Robigalia)。公元前384~326年古希腊的亚里士多德即注意到不同年份锈病发生情况的差异，并将之归因于温度和湿度影响。

但此后直至1600年，关于小麦锈病的记载很少，称之为“黑暗时代”。1600年以后世界各地有关锈病严重流行、为害的报告很多。例如，据记载1708~1710年间南非的小麦曾受到锈病的严重为害；在瑞典，1794年是一个厉害的锈病年；1804年英国小麦锈病严重，为此印行了专门的农业布告；1827和1839年印度小麦叶锈病严重发生，损失甚巨，有些县份所收获的小麦还抵不过播下的种子；澳大利亚和智利在17世纪末即已认识到小麦叶锈病的重要性。

小麦锈病在我国的发生历史过去尚无人做过专门考察，根据我国小麦的栽培历史推测，至少于公元前1200年我国一些地区如河南即可能有锈病发生。但直到二十世纪三十年代以前很少有关于锈病的记载。

(二) 小麦锈病的分布

小麦锈病不仅发生历史悠久,是一个古老病害,同时,由于它可随气流做高空远距离传播,因而其分布也非常广泛。就世界范围来讲,几乎可以说,凡有小麦栽培的地方均有小麦锈病发生,并且是世界上重要产麦国家如苏联、美国、中国、印度、加拿大、巴基斯坦、法国、澳大利亚和西欧一些国家等。小麦生产上最重要的病害。

但是,不同国家或地区的小麦锈病种类、分布和为害情况不同。例如,在美国秆锈病发生最重,其次为叶锈病,条锈病过去发生很少,六十年代以后逐渐在太平洋沿岸和西部几个州发展了起来。苏联的大部分地区,特别是欧洲部分,叶锈病发生最普遍而严重,其次为秆锈病,而小麦条锈病仅在南部少数加盟共和国如亚美尼亚有所发生。西欧以条锈病为主;加拿大、澳洲、非洲则以秆锈病为主。

小麦三种锈病在我国各地均有发生,以小麦条锈病发生最为普遍而严重,其次为小麦秆锈病和叶锈病。小麦条锈病主要发生在西北、西南、华北和淮北等地冬麦区和西北春麦区。小麦秆锈病发生在东北、内蒙、西北、西南春麦区,以及江淮和东南沿海冬麦区。小麦叶锈病过去主要发生在西南,近年来,在华北、西北、东北各地也渐趋严重。

(三) 小麦锈病的为害

小麦锈病分布广,传播快,为害面积大,流行起来常常给小麦生产造成严重损失。据调查统计,在小麦锈病大流行年份,感病品种可减产30%左右;中度流行年份可减产10~20%;特大流行年份,减产率高达50~60%,在少数地块甚至

颗粒无收。

小麦锈病在一些地区常常造成间歇性流行。据记载，在陕西关中地区，自1942年以来，曾于1942、1946、1948、1959、1957、1959、1963和1964年发生8次大流行。甘肃省自1950年以来，曾于1950、1957、1959、1963和1964年发生5次大流行，于1952、1954、1955、1958、1960、1965、1975、1976、1977和1985年发生10次中度流行和局部地区严重流行。

锈病对小麦植株的为害是多方面的，可使植株体内的养分被大量掠夺，正常生理机能受到干扰和破坏，呼吸作用加强，光合作用降低，消耗热能增加，使叶绿素受到破坏，光合作用面积减少，使麦叶表皮大量破坏，蒸腾量增加，失水严重，影响灌浆，据测定，叶锈轻病株的蒸腾作用比无病株增加20~40%，重病株增加200~300%。

由于病株养分减少，失水严重，灌浆不良，因而籽粒秕瘦，蛋白质含量减少，产量降低，品质变劣，同时，还易于遭受冻害和旱害。

小麦锈病对小麦产量和品质的影响程度，因发病轻重早晚和种类以及环境条件影响而异，一般发病越早越重，其受害程度也越严重(表1、2、3)。在发病早而轻时，植株的株高、穗长、穗粒数和千粒重都会降低，在条锈病发生特早特重情况下甚至可形成“锁口疽”。在病情严重程度相同情况下，三种锈病中以秆锈病对产量影响最大，条锈次之，叶锈最小。此外，发病损失大小还与品种抗性、气候和栽培等条件影响有关。

(四) 小麦锈病的发生特点

1. 小麦锈病的发生时期

小麦三种锈病在小麦苗期和成株期均可发生，但在不同

表1 小麦感染条锈病的程度与产量损失关系

开花期的病情指数	乳熟期的病情指数	产量损失率 (%)
5	20	10
5	40	15
10	40	15
10	60	20
20	60	25
20	80	30
40	80	35
40	100	40
60	80	40
60	100	45

表2 小麦感染秆锈病的程度与产量损失关系

拔节期病情指数	开花期病情指数	乳熟期病情指数	软熟期病情指数	硬熟期病情指数	成熟期病情指数	损失率 (%)
—	—	—	—	少	5	0.0
—	—	—	少	5	10	0.5
—	—	少	5	10	25	5.0
—	少	5	10	25	40	15.0
少	5	10	25	40	65	50.0
5	10	25	40	65	100	75.0
10	25	40	65	100	100	100.0

表3 小麦感染叶锈病的程度与产量损失关系

拔节期病情指数	孕穗至抽穗期病情指数	乳熟期病情指数	糊熟至蜡熟期病情指数	损失率 (%)
—	少	25	40	1
少	10	40	65	3
10	25	65	100	10
25	40	100	100	20
40	65	100	100	35

地区因条件各异其具体发生为害情况有很大差异。

小麦秆锈病，在北方如陕、甘一带，在秋苗期即可发生，但冬寒到来以后便逐渐消失，直至第二年5月上旬才重新出现，其大量为害时间一般在6~7月份，因地区而异。在福建、广东和云南南部一带一般在10月上旬开始发生，冬季不断发展，2~3月即进入盛发期。

小麦条锈病，在北方，特别是早播冬麦区，在秋苗上很早即可发生，如秋季温暖，雨水较多可发生很重，冬寒到来后其病势即逐渐减弱，开始越冬，春季3~4月份又重新发展，一般在5月上、中旬进入盛发期。而在较温暖地区如四川平原、豫南、鄂北等地区，小麦条锈病秋季和冬季可持续侵染，4月份进入盛发期。

小麦叶锈病在我国西北、华北以及其他冬麦区秋苗期也可发生，并有一定程度发展，冬季在很多地区可以越冬，但春季发展较慢，其盛发期一般在小麦生长中、后期。

2. 为害部位和症状特点

小麦三种锈病的为害部位也不完全相同。小麦条锈病主要发生在叶片上，其次为叶鞘和茎上，穗部颖壳和芒上也可发生。小麦秆锈病主要发生在茎上、叶鞘上，叶片次之，有时穗部也能发生。小麦叶锈病主要发生在叶片上，也能侵害叶鞘。

——小麦三种锈病在症状上的共同特点是在发病部位产生铁锈色疱状夏孢子堆，因而得名锈病。在麦株上除产生夏孢子堆外，后期病部也可产生黑色的冬孢子堆。

小麦三种锈病夏孢子堆和冬孢子堆的大小、形状、颜色、排列和表皮开裂情况不同，可区别如下：

(1) 小麦条锈病：夏孢子堆最小，长椭圆形，鲜黄色，在成株上沿叶脉纵向排列成行，呈虚线状。在幼苗叶片上不成行

排列,而以侵入点为中心,呈多重轮状排列。孢子堆成熟后表皮轻微开裂,散出鲜黄色粉末,即夏孢子。小麦接近成熟时,在叶鞘和叶片(背面为主)上产生黑色的冬孢子堆。冬孢子堆短线状,扁平,常数个愈合,埋伏在表皮内,成熟时不开裂。

表4 小麦三种锈病的症状区别

	条锈病	叶锈病	秆锈病
为害部位	叶片为主,也为害叶鞘、茎秆和穗部	夏孢子堆主要发生在叶片上,叶鞘和茎秆上很少见;冬孢子堆主要产生在叶背面及叶鞘上	茎秆、叶鞘叶片为主,也为害穗部
相对大小	最小	居中	最大
形状	狭小至长椭圆形	圆形至长椭圆形	长椭圆形至长方形
颜色	鲜黄	桔黄	褐黄
排列	成行排列成行,成条状,特在叶片上不或行排列,而以侵入点为中心,呈多重轮状排列	散乱无规则	散乱无规则
表皮开裂程度	表皮开裂不明显	寄主表皮开裂一凹	表皮大片开裂,常呈窗孔状向两侧翻卷
大小	小	小	较大
形状	狭长形	圆形至长椭圆形	长椭圆形至狭长形
颜色	黑	黑	黑
排列	基本上呈行	散生,叶鞘上部呈行	散乱无规则
表皮开裂情况	不破裂	不破裂	破裂,表皮卷起

引自北京农业大学主编《农业植物病理学》,有删改。

(2) 小麦秆锈病: 夏孢子堆呈长椭圆形, 在三种锈病中最大, 隆起高, 褐黄色, 不规则散生, 一般先从叶背生出, 很快穿透叶片, 发病严重时相互愈合成长条形。成熟后, 表皮大片开裂并向外翻起如唇状, 散出大量锈褐色粉末, 即夏孢子。小麦生长后期在同一夏孢子堆或其附近, 产生椭圆形或长条形黑色冬孢子堆, 成熟后表皮破裂, 散出黑色锈粉状冬孢子。

(3) 小麦叶锈病: 夏孢子堆圆形或近圆形, 不规则散生, 较秆锈的小而比条锈的大, 很少有愈合现象, 但有时在初生夏孢子堆周围可产生数个次生夏孢子堆, 一般主要发生在叶正

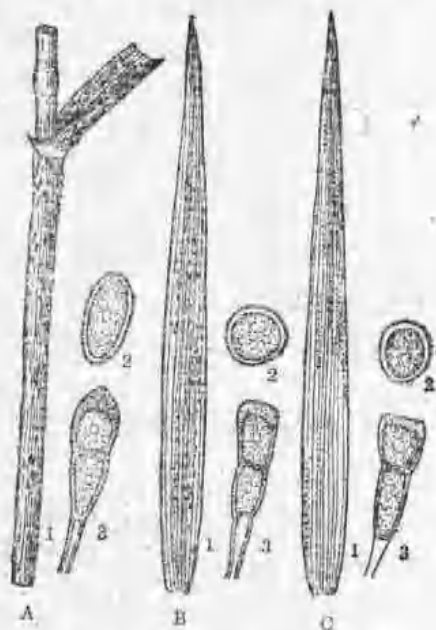


图1 小麦锈病症状及病原菌

A. 小麦秆锈病; B. 小麦叶锈病; C. 小麦条锈病
1. 症状; 2. 夏孢子; 3. 冬孢子。

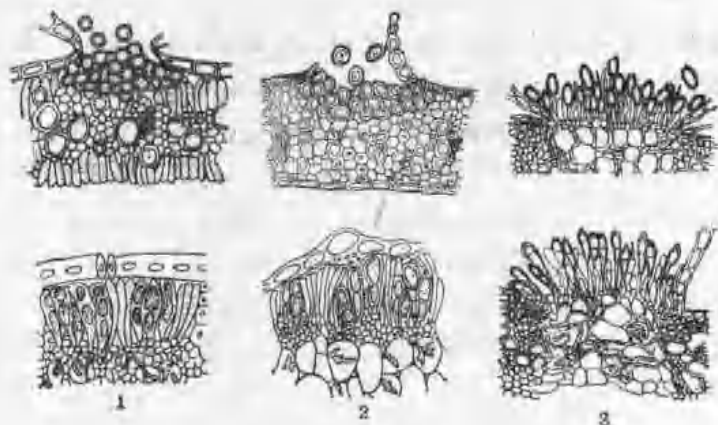


图2 小麦锈菌的夏孢子堆和冬孢子堆

1. 条锈菌：上，夏孢子堆；下，冬孢子堆。
2. 叶锈菌：上，夏孢子堆；下，冬孢子堆。
3. 秆锈菌：上，夏孢子堆；下，冬孢子堆。

面，也有少数发生在叶背面，少数可穿透叶片，成熟后表皮开裂一圈，散出桔黄色锈粉状夏孢子。小麦生长后期在叶鞘或叶背上可产生圆形至长椭圆形、较扁平、暗黑色冬孢子堆，成熟时表皮不破裂。

在田间，根据小麦三种锈病的症状进行诊断时，有时往往难以区分。

例如，在小麦幼苗叶片上，如叶锈夏孢子堆也密集成片时，常常与条锈容易混淆，特别在秋末冬初条锈夏孢子堆颜色转深时，在这种情况下，判断是条锈还是叶锈，主要根据成片的密集孢子堆有无多重轮状排列现象。如有多重轮状排列现象即为条锈，无此现象则为叶锈。因为条锈病虽然在小麦幼苗叶片上，形成成片密集孢子堆，但这些孢子堆在一般情况下

是由一个侵染点的菌丝体向四周扩展，每日生成一圈孢子堆形成的，因而中心一点的孢子堆已经散粉甚至叶片组织已现枯黄色，四周各圈的孢子堆依次正在散粉，刚刚破裂以至尚未破裂，而最外一圈则为褪绿晕环，呈现出由中心到外圈发病口龄逐层递减的现象。叶锈密集成片的孢子堆是由病菌多点侵入同时造成的，因而无上述现象。

另外，秆锈和叶锈在叶片上的单个孢子堆，根据其大小、形状和颜色也难以区分。在这种情况下可根据其在叶片上的穿透情况加以判断。秆锈夏孢子堆穿透叶片的能力较强，同一侵染点可导致叶片正反面都出现孢子堆，而且叶背面的孢子堆一般都比叶正面的大。叶锈的夏孢子堆一般不穿透叶片；偶尔穿透时，叶背面的孢子堆也比正面的小。

如果在田间不能判断是条锈还是叶锈时，也可将孢子取下带回实验室放在载玻片上，滴加一滴浓盐酸，然后观察两种锈菌的夏孢子对浓盐酸的反应：条锈夏孢子的原生质收缩成数个小团（图3），叶锈夏孢子的原生质在孢子中央收缩成一个大团（图4）。



图3 小麦条锈菌夏孢子经用浓盐酸处理后内部原生质收缩情况

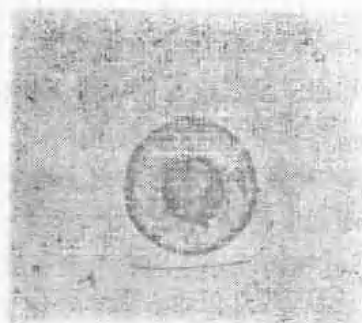


图 4 小麦叶锈菌夏孢子经用浓盐酸处理后内部原生质收缩情况