

农作物病虫害
测报丛书

刘孝坤编著



小麦锈病测报浅说

农业出版社

农作物病虫害测报丛书

小麦锈病测报浅说

刘孝坤 编著

农业出版社

农作物病虫害测报丛书
小麦锈病测报浅说

刘孝坤 编著

* * *

责任编辑 张洪光

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 1.75印张 34千字
1986年11月第1版 1986年11月北京第1次印刷
印数 1—1,950册

统一书号 16144·3198 定价 0.30元

前 言

小麦锈病是我国小麦高产、稳产的大敌。预测预报是作好小麦锈病综合防治工作的重要一环。本书根据我国解放以来在小麦锈病流行规律和预测预报研究的主要成果和许多科技工作者多年从事此项工作的实际经验编写而成。它着重于当前生产中实际应用的方法及其所依据的基本规律，是农业部农作物病虫害测报总站1981年颁发的“小麦锈病预测预报办法”的补充，可供各级农作物病虫害测报站和广大农村专业户病虫害测报员进行小麦锈病预测预报的参考。

由于编著者水平有限，书中难免有缺点或错误，希望读者提出批评和指正。

编著者

1984年6月

目 录

前 言

一、小麦锈病的分布和为害	1
二、小麦锈病的症状	3
三、小麦锈病的发生和流行规律	4
(一) 锈菌的侵染过程及其所需条件	4
(二) 锈菌夏孢子的生活力	6
(三) 锈菌的传播	6
(四) 锈病的周年循环	7
(五) 锈病的流行区划	18
(六) 锈菌的生理小种	21
(七) 小麦品种的抗锈性	23
四、小麦锈病预测预报方法和技术	26
(一) 系统测报办法	26
(二) 一般测报办法	43
(三) 预测参考资料	43

一、小麦锈病的分布和为害

小麦锈病俗称黄疸病，分条锈病、叶锈病和秆锈病三种。条锈病在我国的发生范围最广，为害最重。它主要发生在华北、西北、西南、淮北等地的冬麦区；在西北、华北、西南等地的春麦区也常有发生；某些年份在江汉平原的一些地区，例如湖北省荆州地区发生也较重。条锈病曾于1950、1960和1964年先后发生三次全国性大流行，1950年的流行减产小麦达60亿公斤。叶锈病过去在我国西南和长江流域的部分地区发生较重，例如贵州省大部、四川省东部和江西省东北部等；自七十年代以来，在华北、东北和西北的一些地区有时也发生为害。例如，1969和1973年华北大部地区因叶锈病流行小麦减产10—20%。秆锈病主要发生在东北、西北、内蒙古等地的春麦区以及华东沿海、长江流域部分地区和南方各省的冬麦区。1956和1958年秆锈病在广大冬麦区流行，1956年的流行仅江苏、安徽两省即损失小麦10亿公斤。

锈病对小麦的影响由锈病发生时期早晚而决定。如锈病发生较晚，主要降低籽粒的重量，使小麦减产；如锈病发生早、为害又重时，则小麦植株高度、麦穗长度和每穗结实数也会减少，使小麦减产的幅度更大；如锈病发生特早，为

害又特别严重时，病株往往抽不出穗，形成所谓“锁口疸”，使小麦几乎没有收成。

冬小麦秋苗期受锈病严重为害的麦苗，其分蘖数和不定根数较未被为害的健株显著减少。

二、小麦锈病的症状

小麦被锈病菌为害以后，在叶片和茎秆上初期表现褪绿的斑点，以后长出鲜黄色、橙褐色或黄褐色的粉疱，称为夏孢子堆；后期又长出黑色的疱斑或粉疱，称为冬孢子堆。三种锈病表现的症状有所不同，其主要区别见表1。

表1 小麦三种锈病症状的区别

锈病种类	条锈病	叶锈病	秆锈病
为害部位	以叶片为主，也为害叶鞘、茎秆和穗部	以叶片为主，叶鞘和茎秆上很少发生，偶尔也可发生在穗部	以茎秆和叶鞘为主，也为害叶片和穗部
夏孢子堆	最小，鲜黄色，狭长至长椭圆形，在成株叶片上沿叶脉纵向排列成线条状，在幼苗叶片上不成条，初期从原侵染点以同心圆式向四周扩展，以后密集成片	居中，橙褐色，圆形至长椭圆形，不规则散生，一般不穿透叶片，如穿透时，叶背面的孢子堆较正面的为小	最大，红褐色，长椭圆形至狭长形，不规则散生，常愈合成大斑，孢子堆周围表皮撕裂翻起，穿透叶面，背面的孢子堆较正面大
冬孢子堆	黑色，狭长形，埋伏于表皮下，呈条状	黑色，阔椭圆形至长椭圆形，埋伏于表皮下	黑色，长椭圆形至狭长形，散生，突破表皮，呈粉疱状

三、小麦锈病的发生和流行规律

了解小麦锈病的发生和流行规律是作好预测预报的基础，现将有关内容分述于后。

（一）锈菌的侵染过程及其所需条件

小麦锈病是由真菌侵染小麦后引起的。引致小麦条锈、叶锈和秆锈病的真菌分别称为条锈菌、叶锈菌和秆锈菌。三种锈菌在我国都是以夏孢子世代在小麦上逐代侵染而完成其周年循环的。夏孢子落到感病小麦品种的叶片或秆上以后，遇到合适的环境条件就会发芽，长出芽管，沿着麦叶（秆）的表皮生长，当碰到气孔时便可侵入为害。锈菌侵入成功后，其菌丝体在小麦体内发展、蔓延，到一定程度后就在叶片（秆）的表面长出夏孢子堆。从夏孢子萌发、侵入到出现夏孢子堆所经历的时间，称为潜育期。潜育期的长短随锈病种类和温度条件而不同。在最适合的温度条件下，叶锈病的潜育期最短，约6—7天；秆锈病居中，约8—10天；条锈病最长，约10—12天。秆锈菌的一个侵入点只能形成一个孢子堆；叶锈菌也基本如此，但有时在先长出的孢子堆四周，又生出几个“卫星孢子堆”；条锈菌的一个侵入点，在环

境条件适宜时，可以向上蔓延到叶尖，向下经由叶片基部到达叶鞘，陆续生出的孢子堆达 200 个以上。

三种锈菌夏孢子的萌发和侵入，都要求麦叶（秆）的表面有水滴或水膜。因此，结露、下雾和降雨都有利于锈病的发生，而以结露最为有利。在适宜的温、湿度条件下，夏孢子在几小时内即可萌发侵入。如温度低于适温，则要求叶片（秆）表面保湿的时间较长。

三种锈菌夏孢子萌发侵入和病菌在小麦体内潜育阶段所要求的温度各不相同，以条锈菌最低，叶锈菌居中，秆锈菌最高，详见表 2。

表 2 小麦三种锈菌夏孢子萌发侵入和潜育的温度要求

锈 菌 种 类	侵 入 温 度 (°C)			潜育适温 (°C)
	最 低	最 适	最 高	
条 锈 菌	2	9—13	29	13—16
叶 锈 菌	2	15—20	32	18—22
秆 锈 菌	3	18—22	31	20—25

据美国人夏普研究，条锈菌侵入小麦的最低、最适和最高温度分别为 2—3°C、7°C 和 15°C。我们多年的实践表明，这个数据比较符合我国的情况。

锈菌侵入小麦所需的时间与温度的关系也较密切。例如，叶锈菌在 23°C 下侵入约需 6—9 小时，在 13°C 下约需 9 小时，在 8°C 下约需 24 小时。

锈病潜育期的长短主要决定于温度。在适温下潜育期最短，温度愈低潜育期愈长。例如，在平均气温 -3—1°C 下，

条锈病的潜育期可长达 46—80 天。

此外，光照、氧气、二氧化碳、酸碱度等对小麦锈菌的侵染过程也有一些影响。

（二）锈菌夏孢子的生活力

小麦锈菌夏孢子的寿命与日光照射时间的长短以及温度和湿度的高低有密切关系。新鲜的秆锈菌夏孢子在夏季晴天经日光照射 20 个小时后，发芽率下降到 10%；条锈菌夏孢子经日光照射 1 天，发芽率下降到 0.1%；叶锈菌夏孢子对日光照射的抵抗力低于秆锈菌，但高于条锈菌。

条锈菌夏孢子在相对湿度 40% 的条件下，气温 0℃ 时可存活 433 天；气温 5℃ 时可存活 179 天；气温 15℃ 时可存活 47—89 天；气温 25℃ 时即迅速丧失生活力；在 36℃ 下经过 2 天或 45℃ 下经过 5 分钟即行死亡。条锈菌夏孢子较耐高温，在 25℃ 下可存活 41 天。条锈和叶锈菌在相对湿度 80% 条件下都很快丧失生活力。秆锈菌夏孢子在相对湿度 38—70%、气温 5—10℃ 或相对湿度 38—61%、气温 5—15℃ 下可存活 98—112 天。

（三）锈菌的传播

小麦三种锈病都是通过气流传播的。锈菌的夏孢子很小，重量极轻，大约三亿三千多万个夏孢子才有 1 克重。因此，成熟后的夏孢子，只要遇到轻微的气流，例如每秒 0.36

米或者更小，就会从夏孢子堆中向外飞散。在菌源量小和风速弱的情況下，夏孢子只能传播到邻近的麦株或附近田块的麦株。据报道，单片病叶的传播距离仅0.2—1.33米；10片病叶的传病中心可传播1.2—5.2米；100—341片病叶的传病中心可传播9.2—25.3米；几亩病叶率达0.1%的病田可引起几百米以外的麦田发病。当菌源量很大和风力很强时，夏孢子可被刮上1500—4300米的高空，吹送到几百公里甚至更远以外的小麦上侵染为害。

锈病远程传播需要具备的条件：①菌源基地有大量的夏孢子；②有上升气流或湍流把地面的孢子上升到几千米的空中；③有适当的气流把空中的孢子吹送到一定距离之外；④孢子到达一定地区的上空以后，有降雨天气使孢子被雨滴淋洗下降至地面；⑤孢子降落地区有感病的麦田。

(四) 锈病的周年循环

小麦三种锈菌都是专性寄生菌，在自然条件下只有在活的寄主植物上才能生存。在我国，冬孢子在锈病的流行中不起作用，均以夏孢子在小麦上逐代侵染完成其周年循环。

锈病的周年循环大体上分为越夏、秋苗发病、越冬和春季发生及流行四个阶段。由于三种锈菌对温度的适应性不同，其越夏、越冬的地区和条件以及春季发生、流行的特点也不相同。

1. 条锈病

(1) 越夏 条锈菌不耐高温，在我国平原冬麦区和海

拔较低的山区不能越夏。据研究，凡夏季最热一旬（一般是7月下旬或8月上旬）的旬平均气温在 20°C 以下的地区，如果存在感病小麦，条锈菌就能顺利越夏；旬平均气温在 $22-23^{\circ}\text{C}$ 的地区，虽可越夏，但很困难；在 23°C 以上地区即不能越夏。

条锈菌越夏的方式有两种：一种是在晚熟的春麦或冬麦上连续侵染，渡过夏季；另一种是由晚熟冬、春麦上转移到较早熟冬、春麦收获后的自生麦苗上寄生繁殖，渡过夏季。

目前我国已经查明，条锈菌可在青海、甘肃、四川、云南、山西、内蒙古和新疆等省、区的一些高海拔地区越夏。根据地理位置，越夏区大致可分为西北、西南、华北和新疆四大片。

西北片：根据自然条件、越夏特点等可分为六个越夏区：①甘青高原晚熟春麦及自生麦苗越夏区，包括青海省东部农村和甘肃省西南部的张掖、民乐、天祝等地区。②洮岷高寒晚熟冬、春麦越夏区，包括甘肃省的临洮、岷县及其附近类似情况地区。③渭河上游自生麦苗越夏区，包括甘肃省的武山、甘谷、天水、秦安、清水、西和、礼县、灰县和陕西省太白县等地海拔较高地区。④六盘山晚熟春麦及自生麦苗越夏区，包括六盘山两侧及其余脉的固原、隆德、静宁、泾源、华家岭等地。⑤陇东高原自生麦苗越夏区，包括六盘山以东的甘肃省平凉和庆阳地区海拔1400米以上的山原地区。⑥陇南南部晚熟冬、春麦及自生麦苗越夏区，包括甘肃省东南部的武都、文县、成县、宕昌、舟曲和迭部等县的高海拔地区。

西南片：目前已知越夏区有四川西部和西北部的甘孜、凉山、阿坝等自治州的晚熟冬、春麦及自生麦苗越夏区和云南省中部及西部小麦自生苗和晚熟冬、春麦越夏区。贵州省的一些高海拔地区估计也存在条锈病越夏菌源。

西北片的陇南南部越夏区是近年发现的。从地理位置看，它已将西北和西南两大片越夏区连成一片。

华北片：包括两个越夏区：①晋山高原山区晚熟春麦越夏区：包括山西省北纬 $38^{\circ}30'$ 以北，以宁武、五寨、岢岚为代表的地区。②内蒙古乌盟及河北坝上晚熟春麦越夏区，包括内蒙古乌盟及河北坝上地区。

新疆片：主要在伊犁河上游的昭苏、特克斯、新源、尼勒克四县的晚熟冬、春麦和自生麦苗，喀什附近山区的乌恰、阿克陶等县的晚熟冬、春麦以及焉耆、轮台、新和、拜城、阿克苏及和田平原地区的自生麦苗上越夏。

条锈菌越夏的海拔高度界限，随各越夏区所处的纬度不同而异。陇南南部和洮岷越夏区的下限约 1600—1650 米；渭河上游越夏区的下限约 1500 米；陇东高原越夏区的下限约 1400 米；甘青高原越夏区无下限问题，其上限约 2800—2850 米；四川阿坝州越夏区的下限约 1700 米；晋北高原越夏区的下限约 1300 米；内蒙古乌盟及河北坝上越夏区的下限在 1200—1400 米之间。

(2) 秋苗发病 条锈菌在晚熟春麦和自生麦苗上越夏以后，即开始向冬小麦的幼苗上传播，引起秋苗发病。根据现有资料，四川、云南、新疆越夏区的越夏菌源主要是当地和与其邻近地区冬小麦秋苗发病的菌源。华北片的晋北高原

越夏区面积很小，内蒙古乌盟和坝上越夏区常年越夏菌源量很少，其越夏菌源的影响范围是很有限的。西北越夏区的范围广，面积大，越夏菌量多，加上地理位置和我国进入冬半年以后，大气环流均为由西向东等情况估计，西北、华北广大冬麦区秋苗发病的菌源主要来自西北片各越夏区。这片越夏区的影响范围包括陕西关中、陕南和山西、河南、河北、山东等省大部分或部分地区，并可能波及苏北、皖北和湖北省江汉平原等地。四川省绵阳地区北部各县秋苗发病的菌源也可能主要来自陇南越夏区。从各地小麦收获期和播种期的时间分析，广大平原冬麦区秋苗发病的菌源一是直接来自越夏区的越夏菌源（主要是自生麦苗上的菌源），二是来自由越夏区的越夏菌源先传播到早播冬麦区秋苗上发病后的菌源。对一些播种较晚的冬麦区来说，后者的作用可能更大一些。

秋苗发病的早晚和病情轻重主要因地区和小麦播种期而不同。总的趋势是离越夏区愈近，小麦播种期愈早，秋苗发病愈早、愈重。例如，陇东、陇南、关中西部、四川西北部等地的早播冬小麦在9月底、10月初即可发现病叶，发病重的年份在开始发病时病叶率即达百分之几到十几。华北平原黄河以北冬麦区一般要到10月或11月才出现病叶；淮北、豫南等地一般要在11月以后才发病。这些地区常年的病情都很轻，病叶率仅十万分之几甚至千万分之几。华北中北部地区以10月上旬以前，特别是“秋分”以前播种的冬小麦易于发病，10月15—20日以后播种的不发病或基本不发病。同一冬麦区影响年度间秋苗发病轻重的主要因素有：
①越夏区和早播冬麦区的菌源数量；②小麦播种期和种植品

种的感病情况；③秋、冬气流活动情况；④气候和环境条件（主要是湿度条件）。如越夏区和早播冬麦区菌量大，从菌源吹向冬麦区的气流活动频繁，冬麦区种植的感病品种面积大，秋雨较多或结露条件较好，则秋苗发病较多。

秋苗发病以后，在有利的温度和湿度条件下，病害蔓延很快。10月中旬发现的1片病叶，半月内可形成直径约0.33米的传病中心，1月内传病中心可发展到直径1.7—3.3米，有病叶约200—500片。秋苗开始发病时病点较多的麦田，在冬前可发展成全田发病较重的发病基地。当旬平均气温下降到1—2℃时，病菌即进入越冬阶段。

（3）越冬 在华北、西北大部分地区，冬季的气候条件不适合条锈菌的生长发育，病菌主要以潜育菌丝在未冻死的麦叶中越冬。越冬病叶一般都是冬前最后生出的叶片。在陕西关中地区，条锈菌的潜育病叶在越冬期间可陆续产生夏孢子，遇到阴雨或有露、雾的天气，夏孢子还可进行再侵染。在纬度更南的地区如河南南部、四川盆地、湖北江汉平原等地，冬季气候温暖，麦叶基本上不停止生长，加以湿度较大，条锈菌能继续侵染、繁殖，不存在越冬问题。

在华北石德铁路线到山西介休一线（北纬37°—38°）以南地区，条锈菌每年都可越冬，而且越冬率较高；这条线以北地区，在秋苗菌量大、冬季气温高或长期积雪情况下，越冬率也较高，一般年份很低。在没有积雪情况下，一月份平均温度低于-6℃至-7℃，病菌即难越冬；但如有长期积雪，即使温度在-10℃上下，也能较顺利的越冬。冬季持续干旱对条锈菌越冬也不利。越冬菌一般在比较低湿的河谷两

岸和山阴、背坡等地较多。

(4) 春季发生和流行 在华北、西北平原麦区，条锈菌越冬以后，在2月下旬到3月上、中旬，当旬平均气温上升到2—3℃，旬平均最高气温上升到8—9℃时，由潜伏状态开始回苏显病，产生孢子堆，并自下部向中、上部叶片和周围叶片侵染、蔓延。病害在田间发病的过程一般经过单片病叶、传病中心和全田普遍发病三个阶段，或经过传病中心和普遍发病两个阶段。在有利于病害发生的条件下，单片病叶和传病中心可以每半个月（约一代侵染）扩大病叶数或发病面积近百倍的速度发展。因此，早春发现的越冬菌源数量即使很少，只要发病的条件特别有利，也会造成大面积流行。

在土壤干旱情况下，越过冬的病叶死亡很快，往往不能形成传病中心，或者形成很慢，使条锈菌不能或者难于“越春”。所谓“越春”，是指从少量越过冬的病叶重新形成传病中心的过程。条锈菌不能“越春”或者“越春”数量很少是限制春季病害流行的一个重要因素。

在很少或没有越冬菌源的地区，春季小麦发病的菌源来自外地吹来的夏孢子。其开始发病时期，一般在小麦生长的中后期，发病特点是大面积几乎同时开始发病，田间病叶分布均匀，发病部位多在旗叶及旗叶下第一叶，而且找不到或很难找到由基部越冬病叶向中、上部叶片蔓延发展的传病中心。

在大面积种植感病品种的前提下，条锈病春季流行的程度主要决定于越冬菌源数量的多少和春季（3月至5月上