

关中小麦白粉病发生规律研究

张志德 李振岐[✓] 宗兆锋

(西北农业大学植保系, 陕西杨陵·712100)

S435.121.4

摘要 1983~1991年的研究表明,白粉病菌主要在凉爽阴湿的沿山地区自生麦苗上越冬;夏季多雨凉爽年份,在平原秋作物覆盖地自生麦苗上偶尔也有零星白粉病发生。侵染自生麦苗的菌源,主要是夏季存活期内的有性世代,病残体上的分生孢子无作用。自生麦苗上的分生孢子,是侵染冬麦秋苗的来源;12月上旬停止侵染。秋苗上的菌丛,12月上旬停止产孢,下旬菌丝停止生长,以菌丝主要在茎基叶鞘上越冬;2月上旬菌丝复苏,3月份是病害开始发展期,4月份是普发期,5月份是盛发期;春季病情与雨量、雨日密切相关。

关键词 小麦,白粉病,发生规律,越夏,越冬,流行病学

中图分类号 S435.12, S435.121.46

80年代以来,小麦白粉病在我国许多小麦产区几次流行,上升为小麦病害的主要防治对象之一。1990年该病大流行,据陕西省植保总站资料,全省发病达46.67万hm²;当年笔者曾就此进行了考察^[1]。自1983年以来,作者对小麦白粉病在关中地区的发生规律进行了研究,现将结果报道如下。

1 病菌的越夏与自生麦苗发病情况

1.1 盛夏和秋季自生麦苗发病情况

多年大量调查结果表明,凉爽潮湿的沿山地区、有河流的山口,不论在盛夏和晚秋,自生麦苗的白粉病都较普遍,特别在山口和海拔较高处发病更重,在广大平原区的自生麦苗上,一般很难找到白粉病(表1),但在夏季雨水特多的凉爽年份,在较高海拔平原麦场自生麦苗上,也有白粉病越夏的踪迹。例如1989年夏季多雨,我校设在澄城县杨家院的小麦试验区的休闲地和麦场边,自生麦苗白粉病株率达12.7%~16%;同年10月4日在武功县贞元乡马家村,发现大豆田中在豆株隐蔽下的自生麦苗上有白粉病;1984年夏季也是多雨年份,6月中下旬降雨72.4mm,7月降雨146.1mm^[2],雨日14d,8月8日调查,在宝鸡福林堡小豆地中,自生麦苗有6.6%发生白粉病。

1.2 平原分生孢子自然感染试验

从1984年5月14日至9月2日,分13期在田间播种矮丰3号小麦,除第一期进行人工接种,以后各期均在前一期麦行旁边播种,使其自然感染。结果表明,7月中下旬发病受到严重抑制,如7月13日出苗的一期麦苗,7月21日发病,98片叶子只有7片(4.1%)发病,每叶仅有2~3个菌丛,发育很弱,孢子极少。这与平原区自生麦苗夏季很难找到白粉病的情况是一致的。

表 1 夏、秋自生小麦苗白粉病发生情况

年份	日期 (月·日)	调查地点	生境·植被	地块数	株数	病株率 (%)	海拔 (m)
1983	11·6	宝鸡县建河车站	山脚路边		725	3.4	700 以上
	11·13	宝鸡县坪头车站	半山麦场	1	500	12.2	720
	11·19	华阴县孟塬乡云霄村	半山麦场	1	908	7.4	
	10·26~ 11·19	凤翔、陇县、杨陵区、临潼、渭南、华县、华阴	平原麦场	27	11727	0.0	341.5~460 (凤翔 781.1)
1984	8·4	宝鸡县坪头镇	半山麦场	2	230	0.9	720
	8·8	宝鸡市福林堡	小豆地	1	256	6.6	600
	8·9	岐山县斜峪关双家山	半山麦场		826	10.9	
			山下麦场		751	0.5	
	8·12	长安县子午乡东村	半山麦场		382	16.5	
	8·13	华阴县孟塬云霄村	华山脚下麦场		851	9.3	400
	8·4	永寿县城西	平原麦场		783	0.1	994.6
	8·4	彬县北关	麦茬川地		809	5.7	840
	8·5	长武亭口	麦茬川地		243	4.5	
	8·4~13	杨陵、眉县东关 眉县、兴平、长安、永寿	麦茬荒地		780	0.0	1206
			大豆、玉米地 平原麦场	4 15	1404 3850	0.0 0.0	460~518
	1985	10·25	眉县斜峪关	山脚麦场	1	397	6.8
半山麦场				2	513	70.7	518.5
10·30		户县太平口	山脚路边		394	13.7	540
10·31		长安县太乙镇	山脚路边		305	14.8	480
			山脚麦场	5	711	9.3	
10·31		兰田县汤峪	山脚麦场	3	1020	5.3	525
11·3		渭南南塬贺家村	平原麦场	11	3068	5.5	475
11·3		华阴孟塬云霄村	半山麦场	3	1079	10.6	400
11·4		宝鸡县八鱼乡张家岭	半山路边		120	40.8	760
			半山麦场	2	694	17.3	800
			高山麦场	2	703	40.0	930
11·9		永寿县监军镇西村	平原麦场	4	1315	0.84	994.6
10·12~ 11·13		陇县、宝鸡、户县、长安、杨陵区、临潼、渭南、华县、西安、泾阳、富平、淳化、潼关	平原麦场	82	24094	0.0	341.5~1 012.7
1989	8·17	澄城县杨家院村	已耕麦茬休闲地	1	300	16.0	
			平原麦场	2	300	12.7	870
1990	9·5	眉县马召乡涌泉村	山脚		833	1.3	
			半山坡		415	1.2	
			山口		193	10.1	
1990	9·8	长安县太乙镇	河西山坡		318	2.0	
			河东山坡		200	2.0	
			河流出口		672	30.0	
1991	9·27	眉县斜峪关	石头河西山腰		200	24.0	
			河东山脚玉米地	1	100	8.0	
			山口麦场	2	200	28.0	

1.3 小麦近熟期所产生孢子的存活期

病害发展到 5 月下旬,旬均气温已达到 23℃ 以上,叶片也已衰老,5 月底停止产生分

生孢子。5月28日采集成株病叶的分生孢子撒在玻片上,置于室温下逐日取样,在16℃和RH100%条件下,培养48h后,镜检1300~2000个孢子。结果表明,小麦近熟期所产分生孢子萌发率低,寿命短;采样当日和保存1,2,3,4,5,6,7d的分生孢子的萌发率分别为31.9%和10.9%,5.7%,4.4%,3.9%,2.5%,1.9%,0.9%。麦收后过一段时间,田间才有自生麦苗,因此小麦成熟前所产分生孢子,不可能成为侵染自生麦苗的来源。这与很多学者的研究结果一致。

1.4 有性世代侵染夏播麦苗田间试验

1986年小麦收获期间,在位于秦岭终南山山口的长安县太乙镇郭氏农户菜地,播种矮丰3号小麦,并在麦行上撒施当天就地采集的病株(闭囊壳极多)切段,接种区面积21m²;不接种的对照区10m²,为清除了明显可见麦株残体的小麦白粉病地。7月18日(三叶期)观察记载(表2),接种区的病株率为非接种区的4.1倍,为邻近麦场的51倍,多数病叶都有多个菌丛,形状小而匀称,显然为子囊孢子集中放射产生的一次性侵染,尚未发生再侵染。对照区发病是因为微小病残体上的或直接散落在土壤中的闭囊壳起了传病作用。以上侵染是闭囊壳在存活期引起的^[2,3],他是侵染自生麦苗的来源。但闭囊壳在平原地区极少侵染自生麦苗,可以说在侵染循环中基本无作用^[2,4],这是由于高温影响了子囊孢子的形成和侵染^[5]。

表2 有性世代接种结果

处 理	试验株数	病株数	病株率(%)	发病情况
接 种	1191	121	10.2	多数病叶有多个菌丛,其中3株集中在一起,有33个菌丛,全为一次菌丛
不 接 种	638	16	2.5	其中7个病株集中在一起,一叶上最多有13个菌丛,全为一次性菌丛
邻近麦场	1208	2	0.2	其中一株一菌丛,另一株8个菌丛,全为一次性菌丛

2 病菌对冬麦秋苗的侵染

2.1 大田小麦秋苗病情

大田秋苗上的白粉病很难发现,1983年11月中旬作过调查,未发现;1985年10月底,在户县太平口和长安县太乙镇有自生麦苗发病(病株率分别为13.7%和14.8%)的邻近麦田调查,仍未发现。但是1989年由于夏季多雨特凉,越夏菌源多,11月在澄城县杨家院旱农试验区品种(37个)观察圃中,普遍发生白粉病;同年12月,在省植保总站召开的病虫测报会上,渭南和咸阳地区的几个县,报告小麦秋苗普遍发生白粉病,有的病株率高达30%~50%^[1],继而1990年小麦白粉病大流行。秋苗发病难发现的原因,一是提供侵染秋苗的越夏菌源一般情况下主要存在于高寒、阴湿处的三边(路边、地边、麦场边)的自生麦苗上,绝对数量较少;二是越夏菌源繁殖增加需要一段较长的时间,侵染秋苗较晚,冬前症状不明显,即是发病也多为零星斑点,容易漏检,早春菌源较秋苗发生多可表明这一点。

2.2 秋季侵染与播期的关系

从1983年9月17日至10月22日,每7d播种一期矮丰3号小麦(穴播),于二叶期

在小区中心,用抖落法接种一穴小麦(不保湿),3 d 后开始观察,记载潜育期(以多数病叶现症日为准),并检查病害向四周扩散的情况。结果表明,白粉病的潜育期随播期的推迟而加长;30/9,7/10,14/10,22/10,29/10 和 4/11 接种的,潜育期分别为 5(期间日均气温 18.2℃),6,8(12.4℃),7,8 和 10(9.9℃)d。播种早的冬前再侵染多,新病叶多,播种晚的则相反(表 3)。但在关中灌区,9 月 30 日播种虽属适期早播,再侵染秋苗发病也还是很少,因此在非冷湿越夏年份,越夏菌源少,秋苗病情难检查。

2.3 冬前侵染、发病终止期观察

1983 年 11 月 12 日,在二叶期的大田矮丰 3 号幼苗上,用抖落法接种后逐日观察,至 12 月 11 日(29 d 后),在接种的 252 株中,只有 1 株(0.4%)在茎基部出现了一个白粉菌丛;1984 年 10 月 27 日,在已普遍发病的诱发行旁边播种矮丰 3 号小麦,11 月 8 日出苗(即病菌开始接种日),冬前未见发病,到 1985 年 2 月 8 日检查,病叶率 3.3%,每片病叶上有 1~2 个菌丛,表明 11 月上旬末侵染的植株当年不发病;1983 年 12 月 8 日,用抖落法接种 4 盆矮丰 3 号小麦,一直未发病,至 1984 年 1 月 5 日,将其移入室内,在 12~18℃ 每天 12 h 光照,经 6 d 后发病,病叶率 31.6%,平均每叶病斑 1.6 个,虽然接种都很充分,而且加了保湿措施,但仅有零星病斑产生,说明 12 月上旬侵染已基本停止。

表 3 不同播期小麦秋苗再侵染情况

检查时间 (日/月)	各播期小麦的病叶数		
	17/9	24/9	30/9
24/10	89	0	0
29/10	137	8	9
4/11	317	195	20

注:各播期为方形小区,各区穴数相等,每穴苗数大体一致。

3 病菌的越冬

3.1 初冬时期田间病叶上分生孢子的存活期

1983 年 11 月 13 日,从宝鸡县坪头村麦场采集自生麦病苗,将其上分生孢子抖落在玻片上,置于室外阴处,逐日取样在 16℃ 和 RH100% 条件下培养,48 h 后镜检孢子萌发率,结果分生孢子一般只能存活 5 d,第 8 d 只有个别孢子尚能萌发(表 4)。

表 4 初冬田间病叶上分生孢子存活期测定

培养期 (日/月)	孢子保存时间 (d)	检查孢子数	萌发孢子数	萌发率 (%)
15/11	1	806	186	23.1
16/11	2	926	119	12.9
17/11	3	1000	156	15.6
18/11	4	713	80	11.2
19/11	5	642	69	10.7
20/11	6	841	58	6.9
21/11	7	583	13	2.2
22/11	8	413	1	0.2
23/11	9	545	1	0.2

注:孢子萌发数为两个重复的结果。

3.2 隆冬时期叶部白粉菌丛的生长和产孢力

1983 年 12 月 4 日和 22 日,将田间人工接种的矮丰 3 号小麦生机旺盛的病叶上的新鲜白粉菌丛,用脱脂棉球轻轻抹掉,逐日观察再生情况。12 d 后,12 月 4 日抹去的 29 个菌

丛有 16 个(占 55.2%)重新再生出来,但不向四周扩展,继续观察也无分生孢子产生;12月 22 日抹去的 19 个菌丛,一直未能再生。这表明菌丛在 12 月上旬已不再产孢,12 月下旬已停止生长。

1984 年 1 月 5~12 日,每 2~3 d,在人工接种的田间病株上采集病叶,将分生孢子抖于玻片上,照前述方法作孢子萌发,结果萌发率极低(0.4%~1.5%),表明秋季产生的菌丛此时也已停止产孢,已有的分生孢子都已基本死亡,因而不能以分生孢子直接越冬。

3.3 越冬末期新老病斑动态观察

为了解病菌越冬终止重新开始活动的时期,分别在 1984 年 10 月 19 日和 27 日,在诱发行两侧播种同一品种,令其自然感染。自 1985 年元月下旬开始,隔日观察一次老病斑再生和新病斑出现情况。

观察表明,原有的病斑菌丛,越冬期间变为棕色或咖啡色,表面塌陷紧贴叶面。生机衰老叶色变黄或黄绿不匀的叶片上的老病斑和周围组织变黄的老病斑,一般在温度开始回升后,都无再生菌丛的能力,即死病斑。生机旺盛的绿叶上的老病斑,大多数都有在病斑边缘再生的能力。新生的病斑是很小的白色菌丛。在 2 月 8 日,已见到有再生力的病斑长出了新菌丛,并有 1.2%的叶片产生了新的菌丛(表 5),说明病菌在 2 月上旬已开始重新活动。新出现的菌丛是越冬前入侵的,越冬后首先显症。

表 5 越冬末期新老病斑动态(1985 年 2 月 8 日调查)

播 期 (1984 年)	重 复	总叶数	老病叶				新病叶	
			病叶数	病叶率(%)	再生病叶数	再生率(%)	病叶数	病叶率(%)
19/10	I	449	74	16.5	3	4.1	1	0.2
	II	337	63	18.7	3	4.8	7	2.1
	平均			17.6		4.5		1.2
27/10	I	434	9	2.1	6	66.7	3	0.7
	II	349	17	4.9	15	88.2	6	1.7
	平均			3.5		77.5		1.2

为了验证目测再生病斑、死病斑的准确性和再生病斑早期的传病作用,在病菌经过一段时间的的生长后,于 2 月 15 日分别取单个再生病斑、死病斑和新病斑,将其上的分生孢子按单斑分别抖在玻片上作萌发试验。结果表明,目测判断的情况基本正确,对照和新生病斑分生孢子的萌发率最高,其次为再生病斑,而枯黄病斑有的分生孢子不萌发,有的病斑根本无健全的分生孢子,少数病斑上的分生孢子仅有很低的萌发率(表 6)。因此,准确地识别病斑类型,在早春调查中可供分析菌原越冬情况,作为预测病情的依据之一。

表 6 越冬末期新老病斑的分生孢子萌发率

病 斑	病斑个数	检查孢子数	萌发孢子数	萌发率(%)
新生	2	146	88	60.3
再生	23	3278	1353	41.3
枯黄	8	553	24	4.3
CK(培养菌)	2	350	237	67.7

注:8 个枯黄斑中有 4 个没有健全的分生孢子。

4 病害在春季的发展

4.1 早春菌源情况

在病害流行年份,早春菌源是比较普遍的,例如 1990 年 3 月 19~22 日在关中各地广泛考察,所查 32 处,除 2 处未发现白粉病外,其余 30 处都有白粉病(病点率 93.8%),病茎率为 0.1%~6.7%^[1],这是该年病害流行的重要前提。

4.2 春季病害的发展

在杨陵地区,于 2 月 8 日即见到老病斑复苏再生,并有零星新病斑出现。不同播期小麦的病情,春季有明显差异。1983 年 9 月中下旬播种,3 月中下旬病害开始蔓延,且病情较重;10 月上中旬播种的,4 月上旬开始发展,且病情较轻。从 3 月到 5 月,随着气温增高潜育期缩短,不断再侵染,病情逐渐加重。以 9 月 24 日播种的矮丰 3 号为例,3 月份是病害的始发阶段,病株率一般在 3% 以下;4 月初到 4 月底是病害的普发期,4 月 30 日病株率可达 33%;5 月份是盛发期,5 月 5 日病株率 56.4%,比 4 月 30 日高出 23.4%,到 5 月 10 日病株率猛增至 96%,比 5 月 5 日高出近 40%。病情的猛增,除了与 5 月 5 日以后日均温达到 17℃ 以上有关外,还与 5 月 2~4 日连续 3 d 降雨 17.1 mm 有密切关系。

在早春,小麦白粉病大多数首先发生在茎基部叶鞘上,少数发生在低层叶片上;4 月 10 日田间调查结果,9 月 30 日、10 月 8 日、10 月 15 日播种的小麦,其茎基部与叶片发病,分别占 73.3% 与 26.7%,95.3% 与 4.7%,100% 与 0%。此后,随着时间的推移,病害逐渐向上层叶片发展。

4.3 病害危害程度的地区差异

关中南部灌区病重,北部塬区病轻,常发和严重危害区,主要是秦岭北麓沿山灌区,从山脚起,自南向北病情逐渐减轻。渭北塬区早春北山脚病重向南病轻^[2]。这种情况与越冬菌源的分布是密切相关的,但在早塬后期危害不大。

西北农大植保专业毕业生康海城、廖建军、张宗俭、张云平、贾明贵、董军、刘红卫曾先后参加部分调查工作,一并致谢。

参 考 文 献

- 1 张志德,关中小麦白粉病发生情况考察. 陕西农业科学,1991(4),30~31
- 2 张志德,李耀岐. 小麦白粉菌有性时期的寿命、成熟和作用. 西北农业大学学报,1986,14(2),52~61
- 3 张志德,李耀岐. 天水地区小麦白粉病发生发展规律. 西北农业大学学报,1991,19(增刊),61~86
- 4 雷体文,冯建业,王玉娥. 小麦白粉菌有性阶段传病作用的进一步研究. 百泉农专学报,1985(1),27~32
- 5 何世川,林代福,王晓玲等. 小麦白粉菌有性阶段生物学特性研究初报. 植物病理学报,1985,15(2),109~114

The Laws of Occurrence of Powdery Mildew of Wheat in Central Area of Shaanxi Province

Zhang Zhide Li Zhenqi Zong Zhaofeng

(Plant Protection Department, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, China, 712100)

Abstract The 1983~1991 years studies indicated that the fungus overwintered on voluntary seedlings of wheat mainly in the cool and wet areas along the mountains, and that accidentally the sporadic powdery mildew occurred on voluntary seedlings of wheat in the field covered by crops when rainy and cool in summer. The fungus source to infect voluntary seedlings of wheat is mainly cleistothecia on the diseased survival in the limited period lived in summer, and the conidia on the diseased survival are not of effective. The conidia on voluntary seedlings of wheat are source to infect seedling of wheat in autumn, and the fungus stops infection to the seedlings in the first decade of December. The colonies on autumn seedlings of wheat stop sporulation in the first decade of December, and stop growing in the third decade of December. The fungus overwintered with hyphae mainly on leaves sheath of stem base of wheat. The hyphae recover growth in the first decade of February. The beginning development period of the disease was in March, and the disease occurred generally in April and greatly in May. The development of the disease was closely related to rainfall and rainy days in spring.

Key words *Triticum aestivum*, powdery mildew, pest occurrence rule, epidemiology, overwintering, oversummering

中国农业科学院主办《农业科技通讯》月刊 1994 年征订启事

《农业科技通讯》是中国农业科学院主办的中央级农牧业综合性科技期刊,面向全国,面向基层,面向生产,报道农牧业新成果、新产品,传播最新致富技术和信息。

《农业科技通讯》为月刊,每期定价 2.00 元,全年定价 24.00 元。全国各地邮局自 10 月下旬开始办理订阅手续,邮发代号:2-602。

读者对象:农牧业科技人员、推广人员、基层干部、科技户、专业户、农村青年、院校师生和与农业有关的人员。