

# 四川西部小麦白粉病的发生与病原菌生物学特性的观察

陶家凤 沈言章 秦家忠 刘正珊 江楚平\*

(四川农学院, 雅安)

1. 在 16—18℃, 用小麦白粉病菌(*Erysiphe graminis* DC.f. sp. *tritici* Em. Marchal)的分生孢子接种感病的小麦品种, 病菌约在 12 小时侵入, 24 小时开始形成初生吸器, 48 小时在小麦体外形成菌丝, 第 3 天产生次生吸器, 第 5 天产生分生孢子。侵入过程各阶段的发展较一致。气温在 4—8℃ 条件下, 病害潜育期为 16—17 天, 在 6—10℃ 时为 12—14 天, 而在 12—18℃ 时则为 4—5 天。

2. 分生孢子萌发最适温度为 11—17℃, 温度达 31℃ 时不能萌发。分生孢子虽然在相对湿度为零时也有萌发, 以饱和湿度最适, 水滴则有减少萌发的影响。

在春季, 分生孢子的侵染力只能维持 3—4 天。

3. 分生孢子由风传播。降水对孢子生成及传播都有明显的抑制作用, 每天以 12:00—16:00 采集的孢子数量最多。

4. 有病麦草上越冬的闭囊壳产生子囊孢子, 直接侵染大田早播麦苗或先侵染自生苗产生分生孢子, 再侵染大田麦苗。这是本地病菌越冬和初侵染的主要方式。

5. 在常发病害的冬麦区, 冬季和早春季气温偏高, 雨量及雨日少, 是小麦白粉病流行的有利气候条件。

小麦白粉病 (*Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* Em. Marchal) 的分布几乎遍于全世界各麦区, 也是我国小麦的常见病害, 但在各地对小麦的危害程度不同。在四川及贵州是小麦的主要病害之一, 每年都引起一定程度的损失<sup>[1,2]</sup>。病菌侵染麦株的地上部分, 它的症状是在受侵部分产生白色至灰褐色的粉霉堆, 后期在霉堆上散生黑褐色小粒点。据 1960 年在雅安地区的试验, 病菌侵染小麦后, 根据受病程度, 新陈代谢发生不同程度的紊乱。病株呼吸作用增高; 重病麦苗放出的 CO<sub>2</sub> 比健苗多 60%; 蒸腾强度比健株增加约 5 倍; 光合生产率降低至健株的 43%; 根系吸收能力减弱; 籽粒不饱满, 影响小麦产量及质量。为了更好地控制白粉病的发生和危害, 我们对白粉病的发生及病菌的生物学特性进行了一系列研究。

## 材料和方法

供接种用的小麦品种为感病品种“凡 6”, 麦苗预先培养在通气的玻璃罩隔离防止污染的条件下, 在第二真片叶出现时作接种用。病菌采自“凡 6”, 接种的孢子全部系新鲜活力一致的<sup>[3]</sup>。用震荡法接种, 接种后继续置玻璃罩内 48 小时。按需要时间所采取的样品在等量的醋酸和 95% 酒精溶液中固定、透明, 在 1% 热棉蓝乳酚油中染色, 清水漂洗后观察。

田间分生孢子采集系在雅安四川农学院农场进行, 田块大小为 41 米 × 40 米及 98 米 × 8 米, 共设 5 个采集点。用涂有薄层凡士林的载玻片水平放于活动采集架上, 玻片位置经常保持高出麦苗 17 公分, 于每天 20:00 时或根据其它需要时间更换。

本文于 1976 年 1 月 12 日收到。

\* 工作中得到四川农学院气象组、小麦研究室及作物栽培组有关同志的支持。

气象资料为雅安气象台所记录, 气象观测及本试验所用时间均为北京时间。

## 结 果

### 一、病菌的侵染过程

小麦白粉菌是体外寄生菌, 分生孢子萌发生出芽管(见图版 I-1), 在小麦叶片的刺激下形成附着孢, 由于病菌的酶和机械压力的作用侵入小麦的表皮细胞<sup>[4]</sup>, 在表皮细胞内形成椭圆形的两侧有指状分枝的初生吸器吸收营养, 以后再向体外长出菌丝并再侵入表皮细胞形成次生吸器(见图版 I-2), 发展至一定时期在菌丝上产生分生孢子梗及分生孢子。它的侵染过程根据在 16—18℃ 的条件下接种“凡 6”的观察结果为:

接种后 12 小时, 有萌发力的分生孢子全部萌发, 萌发的孢子棉蓝着色变淡, 芽管中原生质聚集染色很浓, 芽管前端膨大, 附着孢已形成紧贴于叶面。

接种后 24 小时, 在附着孢下的表皮细胞中可发现椭圆形发育不全的初生吸器。

接种后 48 小时, 初生吸器发育完全, 两侧指状分枝明显, 并开始向表皮细胞外伸出外生菌丝, 菌丝沿长形表皮细胞合缝处扩展。

接种后第 3 天, 外生菌丝扩展迅速, 纵横分枝, 在表皮细胞中开始形成次生吸器。

接种后第 4 天, 小麦体外形成长椭圆形菌丛, 在菌丛中心开始产生染色很深的膨大成球状的直立短菌丝——分生孢子梗。此时在小麦叶面肉眼可清楚看到稀疏的菌丛, 症状出现(见图版 I-3)。

接种后第 5 天菌丝在体外大量扩展, 菌丛中心形成链状着生的分生孢子(见图版 I-4)。

试验结果表明: 在同一条件下同时接种, 病菌侵染过程的各阶段发展比较整齐

一致。在 4—8℃ 的温度条件下, 从接种到症状出现为 16—17 天, 6—10℃ 为 12—14 天, 12—18℃ 为 4—5 天。

### 二、温度对分生孢子萌发的影响

试验在温度 3—31℃ (±1℃) 的饱和湿度条件下进行。结果表明(见表 1), 在 11—17℃ 的温度范围内, 分生孢子萌发率最高, 3—8℃, 20—24℃ 萌发率均有所减少, 在 31℃ 时萌发率仅有 0.2%, 孢子缢缩, 与试验开始时所测分生孢子在叶面的萌发率 0.19% 基本相近, 说明分生孢子在 31℃ 时已不能萌发。

表 1 温度对分生孢子萌发的影响

温度(℃)	检查孢子总数	萌发孢子数	萌发率(%)	平均芽管长度(微米)
3	2826	319	11.2	7.26
8	2861	448	15.7	8.25
11	2500	1478	59.1	32.67
14	2995	1857	62.0	33.60
17	2712	1751	64.6	39.27
20	2794	564	20.2	40.92
24	2695	336	12.4	55.11
31	2669	6	0.2	—

在萌发的温度范围内, 芽管生长的长度有随温度增加的趋势。

Cherewick<sup>[5]</sup> 的试验表明, 温度在 6—20℃ 的范围, 分生孢子的萌发率最高。Manners & Hossain<sup>[6]</sup> 的试验, 温度在 2—25℃ 萌发最适, 10℃ 萌发率最高, 30℃ 时萌发率为 55%。Smith & Blair<sup>[7]</sup> 的试验结果, 温度在 6—34℃ 时, 孢子都可萌发。与以上资料相比较, 在雅安小麦白粉菌分生孢子萌发的温度偏低。如在 1973 年夏季分期播种小麦的试验中, 在 7 月中旬以后未发生新的侵染, 说明温度较高不利于分生孢子萌发, 可能是其中的一个原因(也有多雨的问题)。

### 三、湿度对分生孢子萌发的影响

从表 2 的结果表明,分生孢子的萌发率虽有随相对湿度的增加而增加的趋势,

但与很多其它种类的植物病原孢子比较,小麦白粉病菌分生孢子萌发,对湿度要求不严,有较广泛的适应性,在相对湿度为 0 时,仍有 3% 的萌发率(试验初,测得叶面分生孢子萌发率为 0.6%)。

表 2 湿度对分生孢子萌发的影响

处 理		1964 年的试验		1973 年的试验	
相对湿度 (%)	控制材料	检查孢子数	萌发率 (%)	检查孢子数	萌发率 (%)
水滴	水	3036	25.34	3678	29.91
饱和湿度	水	2337	46.68	2484	51.20
98	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2491	35.37		
93	$\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$			2648	36.96
90	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2868	30.25		
81	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			2853	26.88
79.5	$\text{NH}_4\text{Cl}$	3117	26.11		
65	$\text{NaNO}_3$	2476	17.86		
55	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			1840	13.72
45	$\text{KNO}_3$	2702	11.47		
32	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$			1739	6.94
20	$\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	2665	8.75	1697	7.61
0	浓硫酸			2306	3.01

水滴中萌发的分生孢子大多是浮在水面或在水滴边缘的,沉在水下的发芽很少。显然,水滴对分生孢子的萌发有抑制的影响。

关于湿度与分生孢子萌发的关系,前人的研究有相互矛盾的地方。Arya 的试验<sup>[8]</sup>,相对湿度在 92.9% 以下,小麦白粉菌分生孢子不能萌发;Clayton 证明<sup>[9]</sup>大麦白粉菌分生孢子相对湿度在 88% 以下不能发芽。但是, Brodie<sup>[10]</sup>, Grainger<sup>[11]</sup>, Cherewick<sup>[5]</sup>, Yarwood<sup>[12]</sup> 等的试验,在相对湿度为 0 时,分生孢子仍有一定的萌发。我们的结果与 Brodie 等的结果一致。

至于水滴对分生孢子萌发的抑制影响,我们的研究结果与前人相符<sup>[3,5,6,8,14,15]</sup>。

### 四、光对分生孢子萌发的影响

将分生孢子分别放在室内散射光和完

全遮光的条件下进行萌发,散射光下萌发率为 40.9%,遮光黑暗中为 42.8%,无显著差异。

### 五、分生孢子的寿命

由于小麦白粉菌分生孢子萌发对湿度和温度的广泛适应性(特别对湿度),分生孢子常常在放置过程中已经萌发。因此,用通常孢子萌发的方法,测定白粉菌孢子的寿命是不适用的。本试验采用接种法测定侵染力(表 3),试验过程中尽量避免污染。

结果证明,分生孢子的侵染力,只能维持 3—4 天。在 2 月份,温度较低的情况下,侵染力在第 5 天之后完全丧失,3 月份气温升高,在第 3 天接种只产生一个菌丛,第 4 天完全没有发生侵染。

此外,测定了叶片菌丛产生分生孢子的能力。于 1973 年 3 月 16、17 日采集病

表 3 用贮存不同日数的分生孢子接种麦苗结果

试验开始日期	孢子贮存结果	孢子贮存日数						
		0日	1日	2日	3日	4日	5日	6日
1973.2.12 (贮存于8—10℃)	病株数/接种数	18/18	20/22	18/19	8/28	3/19	0/15	0/9
	菌丛情况	菌丛多	菌丛多	菌丛较少	菌丛少	菌丛少		
1973.3.24 (贮存于18—21℃)	病株数/接种数	—	39/55	22/45	1/46	0/52	0/56	—
	菌丛情况		菌丛多	菌丛少	仅有一个菌丛			

叶，置实验室条件下，让其自然干燥，6月14日轻轻刷去菌丛上原有孢子，并用吸水纸将菌丛压平，在饱和湿度下培养48小时后，菌丛仍呈扁平状，没有产生新的分生孢子。1973年9月5日至15日在甘孜州海拔2,400—3,460米处采集有丰富分生孢子的病叶，10月中旬在雅安保湿培养，接种麦苗，在11月初又用剪碎的相同病叶撒在隔离培养的麦苗上，在11月底检查，均未发生侵染，证明菌丛已失去再产生分生孢子的能力。

### 六、分生孢子的散布

小明白粉菌的分生孢子是借气流传播的，我们在病田内定期统计所采分生孢子数量的变化。1973年2月22日至24日，3月23日至25日将每天分段采集的分生孢子数量的变化与温湿度和风速的关系用图1表明。

以上6天采集时间内(都是晴天)的每

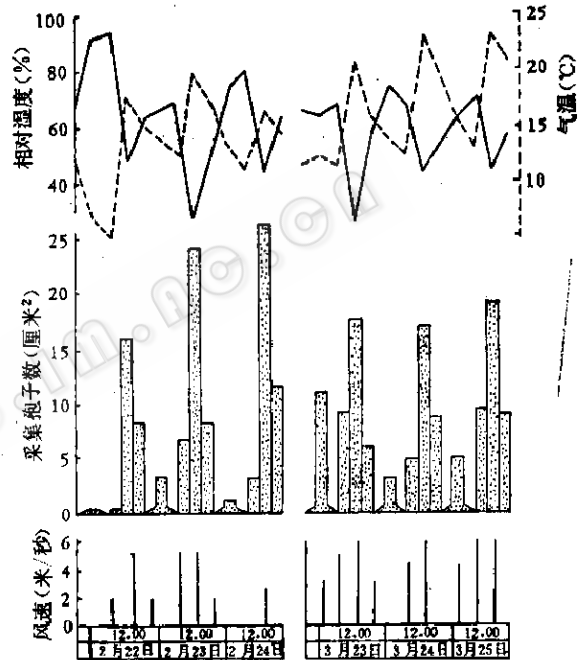


图1 分段采集分生孢子数量的变化与大气温湿度和风速的关系

实线表示湿度，虚线表示温度，下图同。

段时间采集数列于表4。

表 4 各段时间采集的分生孢子数量

项 目	各 段 时 间				共 计
	20:00—08:00	08:00—12:00	12:00—16:00	16:00—20:00	
平均每平方米采集数	3.9	5.6	19.9	8.3	37.6
占全天采集百分数(%)	10.3	14.9	52.8	22.0	100.0

从图1及表4中可以看出每天采集量在12:00—16:00的范围内最多，4小时的采集量占全天的一半，其次是16:00—20:00。采集量最少是在夜间即20:00—

08:00，12小时内只采集到全天采集量的1/10。与雅安气象资料对照，一天之内分生孢子散布的消长情况，与大气湿度和风速变化有密切关系，由于一天之内最高

大气湿度在夜晚，这段时间常无风而多雾露。中午前后，风速在一天中为最大，湿度为最小。因此，白粉菌分生孢子的散布，在夜间随大气湿度的增加和风速的降低而减少，在白天随风速的加大和湿度的减小而增多。

根据孢子散布多集中于12:00-16:00，与病菌侵入过程试验的结果分析，在田间，病菌侵入小麦多在夜间。

Childs<sup>[16]</sup> 和 Yarwood<sup>[15]</sup> 曾报道过，某些白粉菌分生孢子的成熟与释放有独特的日周期性。但另一些研究结果认为，大小麦白粉菌分生孢子的生成与散布，主要是受降水和风速的影响<sup>[13,17,14,18]</sup>。我们认为，每日采集高峰的形成与空气湿度和风速的变化有密切的关系。

从1973年2月17日至4月10日，逐日采集分生孢子，采集数量的变化与降水及温湿度的关系整理如图2。

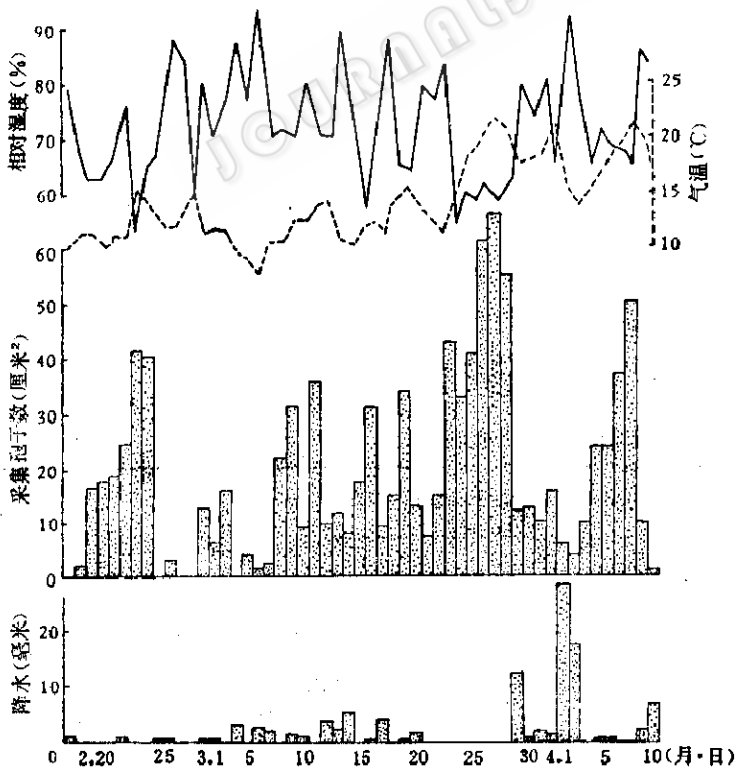


图2 小麦白粉病菌分生孢子田间采集数量与降水和温湿度的关系

从图中可看出，每天采集数量的变化与降水的关系最密切，3月1日至22日采集数量随着频繁的雨日而波动，3月23日至27日都是晴天，采集量连续上升，至3月29日降水11.9毫米采集量陡降，4月2日及3日大雨，尽管4、5日都是晴天，采集量均少。因此，降水明显抑制了分生孢子的散布。

根据以上情况我们认为，露与小雨使叶面菌丛潮湿影响当天孢子的散布，大雨之后1—2日内采集量仍显著减少未能恢复至雨前的采集数量，可能由于雨水对菌丛的机械损伤，或对分生孢子及分生孢子梗生理的影响，使孢子的生成暂时受到抑制。在大雨或较长时间的雨后，在田间看到菌丛变灰褐，表面粘结，分生孢子的生成有减少和延迟的现象。

以上试验证明了雨水对孢子散布和生成的抑制作用，在即将下雨或大雨之后，可不急于马上喷药防治。

### 七、病菌的寄生范围

1973年在试验地调查小麦属的作物，发病情况如下：

感病或高感（菌丛大而茂盛）的有：

硬粒小麦 *Triticum durum*

包括“中农70-46”

圆锥小麦 *T. turgidum*

包括“遂宁女儿麦”

“矮子兰麦”

东方小麦 *T. turanicum*

波兰小麦 *T. polonicum*

波斯小麦 *T. carthlicum*

斯卑尔塔小麦 *T. spelta*

玛卡小麦 *T. macha*

瓦维诺夫小麦 *T. vavilovi*

密穗小麦 *T. compactum* 包括“九龙分枝麦”

圆粒小麦 *T. sphaerococcum*

普通小麦 *T. aestivum* 包括许多品种  
高抗或抗病(菌丛小而稀薄)的有:

二粒小麦 *T. dicoccum* 包括“Khapli”

普通小麦 *T. aestivum* 少数品种  
免疫的:

野生一粒小麦 *T. boeoticum*

一粒小麦 *T. monococcum*

野生二粒小麦 *T. dicocoides*

提莫非维小麦 *T. timopheevi*

P<sub>5</sub> (属波斯小麦)

小麦与黑麦杂交后代: 小黑麦 1 号、4 号、H<sub>230</sub>、H<sub>303</sub>、H<sub>415</sub> 及 W. R. 230 都是免疫的。小黑麦 2 号在生长后期的叶鞘合缝处有极稀薄的菌丛, 属于高抗类型。试验地中栽培的燕麦及几个黑麦品种都不感病, 三个大麦品种有轻微感染。野生禾草只发现弯穗鹅观草(*Roegneria komoji*)发病, 两次用小麦白粉菌的分生孢子接种隔离培养鹅观草的第一绿叶, 产生极稀薄的

菌丛, 镜检有极少量的分生孢子产生。4 次用田间采集的鹅观草白粉病菌接种小麦, 没有成功。又接种证明, 山羊草 (*Aegilops cylindrica*) 冰草 (*Agropyron sp.*) 扁穗雀麦 (*Bromus catharticus*) 羊茅 (*Festuca sp.*) 鸭茅 (*Dactylis glomerata*) 和棒头草 (*Polypogon Higeawere*), 都不被小麦白粉病菌侵染。

## 八、病菌的有性时期

(一) 闭囊壳形成: 春季气温上升, 小麦开始孕穗抽穗, 在灰白色菌丛上开始产生黄褐色至黑褐色的闭囊壳。在发病早的感病品种上闭囊壳产生的日期, 1964 年约为 3 月 27 日, 1965 年为 4 月 1 日, 1966 年为 3 月 12 日, 1973 年为 3 月 22 日, 1974 年为 4 月 3 日。

1966 年 3 月 12 日在已抽穗的感病品种“矮立多”上开始形成闭囊壳, 但在发病早成熟晚的感病小麦“小密穗”, 到 4 月 12 日才发现。根据不同播种期, 闭囊壳的形成见表 5。

表 5 小麦不同播种期闭囊壳的形成

播种期	品 种	1973 年 3 月 28 日 调查		1973 年 4 月 8 日 调查	
		生育期	闭囊壳形成情况	生育期	闭囊壳形成情况
1972 年 11月10日	蜀光 2 号	孕 穗	下部叶片有少量形成	开 花	下中部叶片均有, 剑叶上开始形成
	雅安早	孕 穗	”	乳 熟	”
	凡 6	孕 穗	”	乳 熟	下中剑叶均有, 穗上开始形成
1973 年 1月23日	蜀光 2 号	拔 节	无	孕 穗	一部分植株下叶开始形成
	雅安早	拔 节	”	孕 穗	”
	凡 6	拔 节	”	孕 穗	”

1973 年 4 月 9 日在品种圃内随机抽样调查结果表明, 开花至乳熟的 10 个品种, 植株下部、中部及剑叶上已全部形成闭囊壳, 个别的穗颖上也有。而孕穗的 10 个品种, 全部剑叶上均未形成, 其中 7 个品种的下部和中部叶片上及两个品种的下部老叶上有闭囊壳形成, 另一个品种完全没有

形成。

根据以上调查结果, 闭囊壳有从植株下部的衰老叶片和生育期较老的植株上先形成的趋势。夏秋季的自生苗和夏季分期播种的发病株, 从未发现有闭囊壳形成。

闭囊壳形成后 3—4 天就可发现子囊, 在 1974 年 4 月初起, 每周检查下部老叶的

深色闭囊壳,直到5月9日收获时止,没有发现子囊孢子形成。

(二) 子囊孢子形成: 1972年5月30日检查收获后遗留田间的病叶, 27%(6/22)的闭囊壳内有子囊孢子。

1973年5月21日将收获时无子囊孢子的病叶在18—20℃的温度条件下浸水约2小时,置保湿皿中培养,48小时有10.2%(11/107),136小时有17.7%(15/85)的闭囊壳有子囊孢子。6月初重复试验,48小时后有13%,96小时后有18%的闭囊壳中形成子囊孢子。未经处理的病叶,闭囊壳中无子囊孢子形成。

1973年5月9日将病叶堆放于室外,从该日起至6月14日共降雨221.4毫米,表层麦叶经受充分的水分,而中层病叶完全干燥。6月14日镜检表层湿病叶有17%的闭囊壳中有子囊孢子,同时发现在子囊内有的子囊孢子已萌发。中层干燥病叶无子囊孢子形成。

通过以上观察证实,随麦叶衰老充分成熟的闭囊壳,在夏季经过相当的潮湿条件之后形成子囊孢子,子囊孢子形成后即可萌发。

## 九、病菌的侵染循环

(一) 病害发生情况: 雅安地处青衣江流域,位于四川盆地西缘,夏无酷热(20年夏季平均24.3℃),冬不严寒(冬季平均7.3℃),年降水量1805.4毫米(20年平均),降水量的70%集中夏季(6—8月)。盛夏多暴雨,秋季雨量不大,但常绵雨,小麦生长的冬春两季降雨少。

小麦一般在10月下旬至11月中旬播种,第2年5月上中旬收获,属早熟冬麦区,小麦收获后,后茬作物主要是水稻或玉米。

在11月下旬至12月初,早播的感病品种上可能发生白粉病,12月下旬至1月初发展成中心病团,1月份是本地区气温最低的冬季,田间病害仍继续发展,证明病菌无需休眠越冬。与在贵州观察的结果相

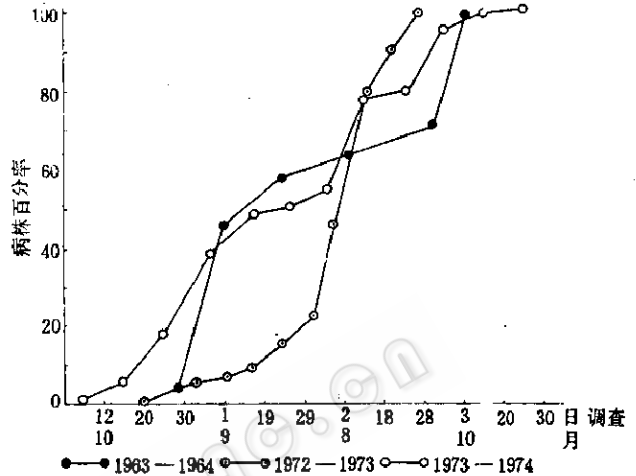


图3 定点调查小麦白粉病在田间的发展情况

同<sup>[1,2]</sup>。2月份以后气温逐渐回升,田间病株率迅速增加,在病株率增加的同时,病情指数随之增加,发病严重的病株,菌丛布满全株叶片、叶鞘、穗颖和芒。3月下旬气温升高,小麦普遍孕穗,在下部的病叶上开始产生闭囊壳,4月份后小麦灌浆成熟,闭囊壳普遍形成。

根据定点调查结果(图3),从开始发现病株到全小区感染,1964年为72天,1973年为54天,1974年为121天。这三年的田间病株率都于1月底2月初达到60%。1964年从60%的病株率达到全小区发病约经过40天,1973年为20天,1974年为55天。

(二) 夏季病菌在自生苗上的侵染: 5—6月份小麦收获时落粒而长出的自生苗很多。根据1972和1973年夏季在雅安的调查,6月份自生苗密度平均约为每平方米15苗,病株率2.3%,7月初减少至每平方米不足1苗,由于早期有病的叶片衰老枯

死,以后又未继续发生侵染,在7月中旬以后,田间没有再发现有病的麦苗,所有收获时落粒的自生苗,均于8月下旬前枯熟死亡。

为配合自生苗发病调查,于1973年5月19日小麦收获时用“凡6”“阿勃”两品种,每半月一次作分期播种,至10月19日止,行长1米,每品种2—3行,为保证发病,第一批播种出苗后进行人工接种,以后各期相邻连续播种不予接种,其结果表明,5月19日至7月4日共4批播种的有白粉菌侵染,其中7月4日播的于8月4日在麦叶荫蔽处发现1个菌丛,全田在8月19日后未再发现侵染,原有病叶枯死。因此,本地病菌在自生苗上夏季持续侵染困难,原因是:

1. 多种病害尤其是镰刀菌 (*Fusarium* spp.) 引起的小麦根腐病,使自生苗大批死亡,能越夏的苗子很少。

2. 夏季气温较高加之潮湿多雨,尤多大雨及暴雨,对小麦白粉病的发展有一定的抑制作用。

3. 残存于田间的少量自生苗,约在8月中旬即已死亡。

(三) 病菌的越夏和初侵染: 1973年5月29日将已形成子囊孢子的病叶,放在隔离培养的麦苗上,于6月3日检查麦株上形成菌丛3个。同年6月14日在麦草堆表层的闭囊壳内发现子囊孢子后,6月21日草堆周围播种的麦苗开始发病。

1974年7月30日将有闭囊壳的干病叶悬挂网室内播种的麦苗上,9月7日在病叶下直径约66厘米的范围内出现病株,此时检查悬挂的病叶,约有3%的闭囊壳内有子囊孢子,约有5%的空闭囊壳,直到10月中旬检查,还有有子囊孢子的闭囊壳。

根据以上调查情况,病菌以闭囊壳在麦草上越夏,在多雨潮湿的夏秋季,在一定

的水湿条件下,闭囊壳内形成子囊孢子放出,有可能侵染秋季早播的大田麦苗。但由于近年来耕作制度改进,复种指数增加,小麦的播种期逐渐推迟。搭墙盖房麦草的麦穗所带的麦粒在夏秋季所形成的自生苗,由于与越夏闭囊壳最近,最容易承受放出的子囊孢子,所以秋季的自生苗是越夏病菌侵染大田的桥梁。

1973年11月28日在雅安多营公社麦草棚上发现自生苗的白粉病株(已抽穗),在草棚麦叶上检查到空闭囊壳及有子囊的闭囊壳。同天又在该公社搭盖有麦草的土墙上调查到自生麦苗,都是从脱粒未净的麦穗上长出的,其病株率为12.4%。在距墙10米范围的麦田内,小麦病株率为0.4%,距墙70米以外的病株率为0。

又1974年10月30日小麦播种前在上述地点调查搭盖麦草的土墙,共抽样调查9.4米,有自生苗491株,病株率为2.03%,(麦苗拔节至灌浆),结果当年该公社发病也早。

因此在病区搭房盖墙使用麦草,应梳去叶片叶鞘减少越夏菌源,剪去麦穗以避免产生自生苗,还应在秋播前大面积销毁田间病草和自生苗以消除本地初侵染源。

## 讨 论

1. 关于病菌初侵染来源: 本试验已证明,在本地区越夏的闭囊壳夏秋季所形成的子囊孢子,可直接侵染早播麦苗或先侵染秋季自生苗产生分生孢子再侵染大田,这是本地区病菌初侵染的主要来源。但是参考Arya<sup>[8]</sup>在印度调查证实 Mehta 1930年认为在印度一些地区平原发生的小麦白粉病是由高山上传去的病菌所引起的论断。我们考虑到本地区西、北两面均与高原相邻,在不远距离的垂直分布上,有不同播收期的小麦能全年衔接,而夏季高原春



麦上和低山区晚熟冬麦的自生苗上都有白粉病发生(1973年和1974年的调查),因此,分生孢子随气流传带从高原侵染平坝地区麦苗的可能性是有的。但由于小麦白粉菌分生孢子的侵染力只能维持较短的日数,难于有效地作高空远距离传播,推想必须经过几次短程传播的侵染,始可能到达平坝地区。

**2. 关于病害的流行问题:** 本试验结果证明,游离水对孢子萌发,生成和散布都有抑制作用,而病菌分生孢子萌发则只需一定潮湿的大气条件即可,本地区小麦生长期中大气相对湿度均在75%以上(20年平

均),且夜间湿度比白昼高,加以麦丛中的大气相对湿度又比麦株顶部的高出8—27% (1964年作者实测),因此分生孢子萌发所要求的湿度条件,在本地区是可以满足的。

温度影响症状出现的时间(即潜育期),在12—18℃潜育期比4—8℃的减少12天,比6—10℃减少8—10天。由于潜育期缩短,孢子生成迅速,容易大量积累再侵染的病原而造成流行。因此,病害潜育时间与侵染速率成反比,此点曾由 Jenkyn 对大麦白粉病的研究证实<sup>[19]</sup>。1973年春季,小麦白粉病在四川省大流行,从图6可

表6 雅安1963年,1973年,1974年1—2月份的气温、降水与20年(1951—1970)平均的气温与降水的比较

项 目 年 度	气 温 (°C)								降 水 (毫米)							
	1 月				2 月				1 月				2 月			
	上旬	中旬	下旬	平均	上旬	中旬	下旬	平均	上旬	中旬	下旬	合计	上旬	中旬	下旬	合计
20年平均	5.9	6.0	6.4	6.1	7.1	7.8	8.4	7.8	4.9	4.2	7.8	16.9	9.6	10.8	11.0	31.4
1964年	7.4	6.3	3.7	5.8	4.4	4.5	3.2	4.0	5.1	3.7	15.2	24.0	12.1	9.5	12.4	34.0
1973年	4.7	6.3	6.5	5.8	8.2	10.0	13.3	10.5	0	13.1	13.8	26.9	2.2	7.4	1.0	10.6
1974年	6.1	4.2	5.9	5.4	3.1	10.0	7.7	6.9	8.3	8.8	11.6	28.7	17.1	0	4.1	20.2

知2月份田间病株率增加很迅速,与该月份平均气温较20年平均值高2.7℃,降水减少20.8毫米(表6)显然有关。因此我们认为,在病害常发的冬麦地区,冬季及早春气温较常年偏高,降雨量及雨日较常年偏少的年份,是小麦白粉病流行的有利气候条件。

### 参 考 资 料

- [1] 游天华: 植物保护, 3: 23—24, 1965.
- [2] 张庆勤, 柴慕勤, 刘奕芹, 潘世元: 遗传学报, 3: 79—81, 1976.
- [3] 平田幸治: 日本植物病理学会报, 19: 61—64, 1954.
- [4] Mekeen, W. E. and Rimmer, S. R.: *Phytopathology*, 63: 1049—1053, 1973.
- [5] Chervick, W. J.: *Can. J. Res. (C)*, 22: 52—86, 1944.
- [6] Manners, J. G. and Hossain, S. M. H.:

*Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 46: 225—235, 1963.

- [7] Smith, H. C. and Blair, I. D.: *Ann. Appl. Biol.*, 37: 570—583, 1950.
- [8] Arya, H. C. and Ghemawat, M. S.: *Indian Phytopathology*, 6: 123—130, 1953.
- [9] Clayton, C. N.: *Phytopathology*, 32: 921—943, 1942.
- [10] Brodie, H. J.: *Can. J. Res. (C)*, 23: 198—211, 1945.
- [11] Grainger, J.: *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 31: 54—65, 1947.
- [12] Yarwood, C. E.: *Phytopathology*, 26: 845—859, 1936.
- [13] Eversmeyer, M. G. et al.: *Phytopathology*, 63: 211—218, 1973.
- [14] Nair, K. R. S. and Ellingboe, A. H.: *Phytopathology*, 55: 365—368, 1965.
- [15] Yarwood, C. E.: *Bat. Rev.*, 23: 253—294, 1957.
- [16] Childs, J. F. L.: *Phytopathology*, 32: 921—943, 1942.
- [17] Hammett, K. R. W. and Manners, J. G.:

- Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 56: 387—401, 1971.
- [18] Sreeramulu, T.: *Trans. Brit. Mycol. Soc.*,

- 47: 31—38, 1964.
- [19] Jenkyn, J. F.: *Ann. Appl. Biol.*, 73: 15—18, 1973, 78: 289—293, 1974.

## THE BIOLOGY OF *ERYSIPHE GRAMINIS* DC. F. SP. *TRITICI* EM. MARCHAL IN RELATION TO THE INCIDENCE OF WHEAT POWDERY MILDEW IN WEST SICHUAN, CHINA

Tao Jiafeng, Shen Yanzhang, Qin Jiazhong, Liu Zhengshan, Jiang Chuping

(Sichuan Agricultural College, Ya'an)

1. When wheat seedlings were inoculated with the conidia of *Erysiphe graminis* D C. f. *tritici* at 16—18°C, the host was penetrated around 12 hours after inoculation, Primary haustoria bodies were found to appear in 24 hours, mycelia on the surface of leaves in 48 hours, secondary haustoria in 3 days, and conidia in 5 days. Each stage in the development of the fungus infection process is rather uniform. At temperature 4—8°C the incubation period is 16—17 days, at 6—10°C, 12—14 days, at 12—18°C, 4—5 days.

2. The optimum temperature range for the germination of conidia was 11—17°C. At 31°C, no conidium germinated and many conidia shrivelled. Conidia germinated much better in a saturated atmosphere than in free water; they germinated even at zero relative humidity. Water drops reduced germination.

In spring the conidium lost its infectivity within 3—4 days, as shown by inoculation tests.

3. Wind plays an important part in

the dispersal of the conidia. Raining had a pronounced inhibitory effect on conidia dispersion and sporulation, reducing the number of collection to very low levels. Abundant conidia were trapped above fields at 10.00—16.00 hours every day.

4. Evidence indicates that the cleistothecia on the straw left over in the field after harvest played an important role in the overwintering of the fungus. The ascospores produced therefrom either infected early sown wheat seedlings directly or infected volunteer seedlings producing more conidia to infect the wheat plants in the field. This is believed the chief way of the overwintering of the pathogen and to initiate primary infection of the disease in this area.

5. In powdery mildew prevailing winter wheat region, a higher temperature both in winter and early spring, together with less rainfall and fewer rainy days are considered to be the most favorable climatic conditions for an outbreak of the disease.