

## 小麦赤霉病 *Gibberella zeae* 抗多菌灵种群动态变化

周明国\* 王建新

(南京农业大学农业部病虫害监测与治理重点开放实验室, 南京 210095)

摘要: 苯并咪唑类杀菌剂, 尤其是多菌灵常用于防治小麦赤霉病, 其病原菌的无性态为禾谷镰孢菌 (*Fusarium graminearum* Schw), 有性态玉蜀黍赤霉 (*Gibberella zeae*(Schew.)Retch)。1992年首次在浙江海宁检测到田间多菌灵的 *G. zeae* 菌株, 随后在上海、江苏和湖北进行了系统性抗性监测。1992~2002年的监测结果表明, 浙江、上海和江苏省高剂量的选择压导致抗性频率逐年上升, 只有个别年份抗药频率较低。但是湖北省的某些地方小麦赤霉病发生虽然严重, 但很少用药, 因此在过去的10年间还未检测到抗药性菌株。田间实验表明, 一旦田间出现抗药性菌株, 病原菌抗药性亚种群在药剂选择压力下会迅速增加。

关键词: *Gibberella zeae*; 多菌灵; 抗性种群; 动态

■热门文章

■最新更新

小麦赤霉病是中国长江中下游冬麦区和东北春麦区发生的重要病害, 造成20~30%的产量损失。我国引起小麦赤霉病的病原菌95%是玉蜀黍赤霉 (*Gibberella zeae*(Schew.)Retch), 无性态为禾谷镰孢菌 (*Fusarium graminearum* Schw)。病菌产生的赤霉毒素对人畜有较大的毒害作用。

我国自二十世纪七十年代以来, 一直采用以多菌灵为主的苯并咪唑类杀菌剂进行扬花期喷雾防治小麦赤霉病, 取得良好的防效。然而目前有些地方的防效下降, 1992年首次在浙江海宁检测到田间抗多菌灵的 *G. zeae* 菌株, 随后在上海和江苏也检测到抗药性菌株。本文根据多年对 *G. zeae* 菌株抗多菌灵的监测情况, 阐明了抗药性频率的变化与药剂选择压的关系。

### 1 材料和方法

#### 1.1 药剂和培养基

多菌灵 (MBC) 原药由沈阳化工院提供, 溶于0.1mol/L的HCl中。将MBC加入冷却至45~50°C的PSA培养基 (马铃薯200g, 蔗糖20g, 琼脂20g, 去离子水1000mL) 里, 对照不加MBC, 但含有同样浓度的HCl。

#### 1.2 供试菌株

1992~2002年间, 在浙江、江苏、湖北、上海具有不同选择压的地块采集病穗。对每一个地方, 至少选择相距公里的10块地, 每块地至少50个病穗, 每个病穗单独放置一个小信封里, 室温下干燥。

#### 1.3 建立敏感性基线

100个经过单孢分离的敏感菌株在PSA培养基上25°C条件下预培养5d, 在菌落边缘打孔直径5mm菌碟, 置于含0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6µg/mL多菌灵 (MBC) 的PSA培养基上, 25°C条件下培养5d。根据菌落直径的大小得出每个菌株的有效抑制中浓度 (EC50值) 和最小抑制浓度 (MIC)。

#### 1.4 *G. zeae* 对MBC的敏感性检测

将采集回来的病穗取1籽粒放在含5µg/mL MBC鉴别剂量的PSA平板上培养, 25°C培养3d, 能长出 *G. zeae* 菌落的定为抗性菌株, 长不出菌落的为敏感菌株, 进而可知每个地方的抗性频率。已有实验证明一个病穗上所有的单孢分离菌株对MBC的敏感性水平一致, 因此本文用病穗上的一个籽粒代表一个菌株。

#### 1.5 田间试验

为了证明杀菌剂对抗药性病原种群动态变化和致病性的作用, 1996年和1998年分别进行了4次田间试验。

### 2 结果与分析

#### 2.1 敏感性基线

结果表明100个野生型敏感菌株的EC50值是0.5748±0.0133µg/mL, 一般敏感菌株在含1µg/mL MBC的培养基上能长, 但所有菌株在含1.4µg/mL MBC的培养基上不能生长。

#### 2.2 抗性检测

1985~1992年间, 检测了2216个 *G. zeae* 菌株对MBC的敏感性, 这些菌株分别来自高药剂选择压的地区如福建、江、江苏、上海和黑龙江省, 及低药剂选择压的湖北、河南、安徽和山东省。1992年检测发现只有浙江海宁有一个菌株在5µg/mL MBC的PSA平板上能生长。由于在田间检测到了抗性菌株, 随后开始连续监测浙江、江苏上海和湖北四省市 *G. zeae* 菌株对MBC的敏感性。结果表明浙江省的海宁、嘉兴、桐乡的抗性频率最高, 位置距离较远的江苏省的吴县、通州、海安和上海的金山、丰县的抗性频率降低。然而每个地方的抗性频率随药剂的选择压力于1992年至2002年间逐年缓慢上升 (表1)。揭示了抗MBC的 *G. zeae* 菌株源自浙江省, 逐渐四周蔓延。而在很少施用MBC的湖北通户、吴学、荆州地区未发现抗性菌株。

2000年小麦赤霉病发病轻, 因此MBC的用量减少, 随之抗性频率降低, 浙江省从1999年的25.6%降至2000年的8.98%, 江苏省从1999年的1.52%降至2000年的0.6%。

表1 1992~2002年间某些地区 *Gibberella zeae* 对多菌灵的敏感性评价

Table 1 Evolution of carbendazim sensitivity of *Gibberella zeae* from 1992 to 2002 in some areas of China

样品采集地 Places of sampling 采集年份 Year 总样品量 Total isolates tested 抗性菌株数 Number of resistant isolates 抗性频率 Resistance frequency (%)

浙江省 1986~1991 550 0 0

1992 405 1 0.25

1993 1040 13 1.25

1994 940 17 1.81

1995 1900 15 0.79

1996 788 17 2.16

1997 978 27 2.76

1998 578 109 18.86

1999 754 193 25.60

2000 826 74 8.96

2001 708 56 7.91

2002 298 53 17.79  
江苏省 1986~1991 715 0 0

1992 547 0 0  
1993 529 0 0  
1994 343 1 0.29  
1995 136 0 0  
1996 144 0 0  
1997 444 2 0.45  
1998 565 5 0.88  
1999 657 10 1.52  
2000 157 1 0.60  
2001 1997 21 1.06  
2002 803 27 3.36  
2003 198 37 18.69

上海 1987~1990 146 0 0

1992 154 0 0  
1999 100 3 3.00  
2000 159 6 3.77  
2001 282 17 6.03

湖北省 1986~1995 1502 0 0

1996 440 0 0  
1997 434 0 0  
1998 88 0 0  
1999 315 0 0  
2000 170 0 0

### 2.3 药剂田间试验

有无施用过福美双的田块在1995年的抗性频率一致，但用MBC处理过的抗药性频率明显高。1995年处理后的抗药性频率与1996年处理前的没有明显不同（表2）。结果表明抗药性菌株和敏感菌株在越冬和有性生殖阶段进行竞争。1996年病穗的抗药性频率与孢子囊侵染前一致，表明抗药性菌株与敏感菌株有相同的致病性。

表2 田间G. zeae抗多菌灵菌株和敏感菌株的竞争作用（浙江，1996）

Table 2 Effect of carbendazim on the development of the resistance population and competition of resistance population in the nature (Zhejiang, 1996)

处理时间	Time or treatments	供试菌株数	Number of tested isolates	抗药性菌株数	Number of resistant	抗药性频率	Resistance rate %
1995年处理前	After treatment in 1995	126	1	0.794			
1996年处理前	Before treatment in 1996*	495	4	0.81			
用多菌灵处理	Treated with MBC	228	11	4.82			
用福美双处理	Treated with Thiram	285	3	1.053			
无处理	None treatment	301	3	0.997			

\*同一块地测孢子囊

随机选择4块小麦地，每年施用1次或2次MBC防治小麦赤霉病，分别检测每块地的抗药性频率（表3）。结果表明施用MBC后，抗药性频率显著增加，施用MBC的次数越多，抗性频率增加的越高，例如，地块A施用1次MBC施用2次后，抗药性频率从6.38%分别上升到32.38%和72.34%。这些结果强有力地证明一旦G. zeae种群中出现MBC抗药性菌株，在药剂的选择压力下，抗性亚种群会快速增加。

表3 MBC选择压力下抗药性种群的动态变化（浙江，1998）

Table 3 The dynamic of resistant population under the selection of MBC (in Zhejiang, 1998)

田块 Fields 施用MBC的次数 Times of MBC use 总菌株数 Total isolates tested 抗药性菌株数 Number of resistant isolates 抗药性频率 Resistance frequency(%)

A 0 47 3 6.38  
1 105 34 32.38  
2 188 136 72.34  
B 0 39 2 5.13  
1 42 12 28.57  
C 0 36 2 5.56  
1 48 6 12.50  
D 0 86 5 5.81  
1 78 24 30.77

### 3 讨论

许多植物病原真菌在苯并咪唑类杀菌剂使用后不久就迅速产生抗药性，由于抗药性的出现导致一些重要经济作物的防治失败。然而这类药剂在中国使用15~20年后，二十世纪九十年代中期以前是防治小麦赤霉病的有效方法。但近年来其明显防效下降，说明尽管田间G. zeae对MBC的抗药性突变频率很低，但抗药性种群在药剂的选择压下，迅速增加。

近年来，浙江省的一些地区采用苯并咪唑类杀菌剂防治小麦赤霉病受到了防效降低的挑战，目前江苏和上海一些地区小麦的种植面积减少，虽然其抗药性频率相当于浙江省1993年或1994年的抗药性水平，但在今后2~5年，如果这些地区或东北麦区不采取别的防治措施将要面临同样挑战。

### 参考文献

[1] Xu, Y. G. and Fang, Z. D. 1982. Methods of testing the resistance of wheat varieties to the scab and the differentiation of the virulence of the causal pathogen. 植物病理学报, 12:53-57

[2] Parry D W., Jenkinson P and Mcleod L. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals-a review. Plant Pathol., 199

Dynamics of carbendazim-resistant population of *Gibberella zeae* on wheat in China

Zhou Mingguo\* Wang Jiangxin

(College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing, 210095, PRC)

Abstract: Benzimidazole fungicides, especially the carbendazim(MBC), has been widely used for controlling wheat fusarium head blight(FHB), which is mainly caused by *Gibberella zeae*(Schwein.) Petch. (anamorph=*Fusarium graminearum* Schwabe). The MBC-resistant strain of *G.zeae* was first detected in 1992 in Zhejiang province of China. The MBC-resistance of *G.zeae* were continuously detected in Zhejiang, Shanghai, Jiangsu and Hubei provinces from 1992 to 2000. The results showed that in the areas with high fungicide selection pressure, such as Zhejiang, Shanghai and Jiangsu provinces, the frequencies of resistant isolates have been increased year by year except some years with low incidence of FHB. But in the area with high disease pressure and low fungicide selection, such as Hubei province, resistant isolate wasn't detected in the past decade. In addition, results from a fungicide trial plot indicated that once the low frequency of resistant strains occurred, the resistant subpopulation would be increased quickly in the pathogen population under the pressure of fungicide selection.

Key words: *Gibberella zeae*; carbendazim; resistant population; dynamics

编辑: 作者: 来源: 加入日期: 2004-8-18 16:47:

[发送给好友](#)

■ [相关链接](#)

· [中国森林病虫害防治现状与展望](#)

· [江苏省农作物病害发生防治概况](#)

· [植物抗病相关基因研究进展](#)

· [利用RGA-PCR方法进行水稻抗瘟基因分子标记](#)

· [水稻品种抗瘟遗传多样性研究](#)

· [小麦赤霉病\*Gibberella zeae\*抗多菌灵种群动态变化](#)

· [A major gene for resistance to carbendazim in field isolates of \*Gibberella zeae\* from China](#)

· [玉蜀黍赤霉的营养亲和性及其对多菌灵的抗性在菌丝融合过程中的遗传学研究](#)