

# 攀西地区烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗药性

刘 铭<sup>1,2</sup>, 尹福强<sup>1</sup>, 张文友<sup>1</sup>

(1. 西昌学院 农学系, 四川 西昌 615013; 2. 四川农业大学 研究生院, 四川 雅安 625014)

**摘要:** 为了评估攀西地区烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗药性, 对从不同地点采集的 89 个黑胫病菌菌株进行甲霜灵抗药性检测。结果表明, 供试菌株中有 3 株对甲霜灵敏感, 22 株对甲霜灵敏感性处于中间状态, 64 株抗甲霜灵。敏感菌株、中间菌株和抗性菌株分别占总体的 3.37%、24.72% 和 71.91%。不同地区的菌株对甲霜灵的敏感性存在差异, 其中以仁和地区的菌株最为敏感,  $EC_{50}$  值最低 0.6762 mg/L, 平均为 1.4784 mg/L; 而其他地区的菌株表现出一定的抗药性, 平均  $EC_{50}$  为 3.0857 mg/L, 最高达 6.3181 mg/L。

**关键词:** 烟草黑胫病菌; 甲霜灵; 抗药性

**中图分类号:** S435.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)07-0093-05

## Determination of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* Resistance to Metalaxyl in Panxi Region

LIU Ming<sup>1,2</sup>, YIN Fu-qiang<sup>1</sup>, ZHANG Wen-you<sup>1</sup>

(1. The Agricultural Department of Xichang College, Xichang 615013, China;

2. The Graduate School of Sichuan Agricultural University, Yaan 625014, China)

**Abstract:** In order to evaluate resistance risk of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* to metalaxyl in Panxi region, 89 strains from different locations were determined for their resistance to metalaxyl. The results showed that 3 isolates were sensitive to metalaxyl, 22 isolates intermediately sensitive and 64 isolates resistant. The metalaxyl-sensitive isolates, intermediate isolates and resistant isolates covered 3.37%, 24.72% and 71.91% in isolate population, respectively. There was also a significant difference in the sensitivity of the strains from different areas to metalaxyl. The strains from Renhe were the most sensitive, with the minimum and mean  $EC_{50}$  values of 0.6762 mg/L and 1.4784 mg/L, respectively, while the other strains presented some resistance, with the mean  $EC_{50}$  value of 3.0857 mg/L and the maximum value of 6.3181 mg/L.

**Key words:** *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*; Metalaxyl; Fungicide resistance

烟草黑胫病是烟草生产上的重要病害, 仅次于烟草病毒病。目前, 烟草黑胫病防治以化学防治为主, 甲霜灵是主要的有效药剂之一<sup>[1-3]</sup>。甲霜灵对病菌的作用机制主要是抑制核糖体 RNA 聚合酶的活性, 从而抑制 RNA 的合成。由于甲霜灵的作用位点单一, 因此, 使用该药剂极易导致病原菌细胞发生单基因或寡基因突变, 降低受药位点与药剂的亲合性, 使病菌表现出抗药性<sup>[4-5]</sup>。王革等的研究显示, 云南烟草黑胫病菌已对甲霜灵产生抗性<sup>[6]</sup>。马国胜等研究也显示, 安徽烟草黑胫病菌对甲霜

灵产生了抗性<sup>[7]</sup>。目前, 有关攀西地区烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗药性, 尚未见报道。鉴此, 对采自攀西地区 13 个地点的 89 个烟草黑胫病菌菌株, 进行了甲霜灵抗药性测定, 旨在为攀西地区烟草黑胫病的抗药性评价及防治提供理论基础和实践依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 供试菌株

供试烟草黑胫病菌菌株由西昌学院烟草研究室提供, 其编号及采集地点见表 1。

收稿日期: 2011-03-28

基金项目: 四川省教育厅重点项目(08ZA032)

作者简介: 刘 铭(1978-), 女, 四川广安人, 讲师, 在读博士研究生, 主要从事烟草病理研究。E-mail: lming311608@sina.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 供试烟草黑胫病菌菌株

采集地 编号	采集地	菌株 数/株	采集地 编号	采集地	菌株 数/株
RH	仁和	4	DC	德昌	7
MY	米易	15	ML	冕宁	8
BT	布拖	8	XC	西昌	9
HDL	会东联合	6	HL	会理	6
HDD	会东大山	4	HS	黄水	7
HDF	会东发菇	7	YB	盐边	3
HD	会东小盆河	5			

1.2 供试药剂

72%甲霜灵(天津盛之益科技有限公司)先以丙酮溶解,再用蒸馏水定容,配成质量浓度为 1000 mg/L 的母液待用。

1.3 培养基

燕麦培养基的制备参照郑小波的方法进行<sup>[8]</sup>。用打孔器在燕麦培养基上对称地打 4 个孔,在各个药孔背面培养皿上标明要装入药液的质量浓度,用微量移液器往各个药孔移入相应质量浓度的药液 400 $\mu$ L, 12h 后进行接种试验。

1.4 烟草黑胫病菌对甲霜灵的敏感性测定

采取生长速率法测定。用打孔器在培养好的病菌菌落中随机取直径为 5 mm 的菌饼,分别接种到含甲霜灵 0 mg/L(CK)、5 mg/L 和 100mg/L 的燕麦培养基上,重复 3 次,25 $^{\circ}$ C 下黑暗培养 72h 后测定菌落生长直径。供试菌株对甲霜灵的敏感性依照 Parra 等<sup>[9]</sup>和 Fraser 等<sup>[10]</sup>的标准划分。

1.5 烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗性水平测定

根据 1.4 测定的结果,对每个采集地菌株各个表

现型随机选取 2~5 个菌株,将抗性菌株分别移到含甲霜灵 0(CK)、10、50、100、250、500、1000mg/L 的培养基上培养,敏感菌株分别移到含甲霜灵 0(CK)、0.1、0.5、1、2、5、5、10 mg/L 的培养基上培养,中间菌株分别移到含甲霜灵 0(CK)、1、5、10、25、50、100 mg/L 的培养基上培养,每处理重复 3 次。接种后在 25 $^{\circ}$ C 的培养箱中培养,72h 后测量菌落生长直径,计算菌丝生长抑制率。将菌丝生长抑制率经几率值表换算成几率值(Y),药剂质量浓度换算成质量浓度对数(X),通过菌落生长抑制几率值和药剂质量浓度对数之间的线性回归关系,利用毒力公式  $Y=a+bX$ , 计算抑制中浓度 EC<sub>50</sub> 值<sup>[11-13]</sup>。

菌丝生长抑制率=(对照菌落直径-处理菌落直径)/(对照菌落直径-菌饼直径) $\times$ 100%,

抗性倍数=参试菌株的 EC<sub>50</sub> 值/本研究建立的敏感对照菌株的 EC<sub>50</sub> 值。

2 结果与分析

2.1 烟草黑胫病菌对甲霜灵的敏感性

试验结果表明,参试的 89 个烟草黑胫病菌菌株在不含甲霜灵的培养基上均生长良好,但在含甲霜灵 5 mg/L 和 100 mg/L 的培养基上,菌丝生长受到不同程度的抑制,表现出不同的敏感性。供试菌株中抗性菌株 64 株,中间菌株 22 株,敏感菌株 3 株,分别占供试菌株的 71.91%、24.72%和 3.37%(表 2)。此外,不同采集地的菌株对甲霜灵抗药性的严重程度不同,其中以 HD、HDD 地区的烟草黑胫病菌产生的抗药性最为严重,RH 地区菌株的抗药性相对最弱。

表 2 烟草黑胫病菌对甲霜灵的敏感性表现

采集地	菌株数量/株	抗性(MS)菌株		中间(MI)菌株		敏感(MR)菌株	
		数量/株	比例/%	数量/株	比例/%	数量/株	比例/%
HD	5	5	100.00	0	0.00	0	0.00
HDD	4	4	100.00	0	0.00	0	0.00
HDF	7	5	71.44	1	14.28	1	14.28
HDL	6	4	66.66	1	16.67	1	16.67
RH	4	0	0.00	3	75.00	1	25.00
MY	15	12	80.00	3	20.00	0	0.00
BT	8	5	62.50	3	37.50	0	0.00
DC	7	6	85.71	1	14.29	0	0.00
ML	8	7	87.50	1	12.50	0	0.00
XC	9	4	44.44	5	55.56	0	0.00
HL	6	5	83.33	1	16.67	0	0.00
HS	7	5	71.43	2	28.57	0	0.00
YB	3	2	66.67	1	33.33	0	0.00
总计	89	64	71.91	22	24.72	3	3.37

2.2 烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗性差异比较

2.2.1 烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗性水平 从每个采集地菌株各个表现型中随机选取 2~5 个菌株进行抗性测

定,共选出 57 个菌株,其中抗性菌株 36 株,中间菌株 18 株,敏感菌株 3 株。烟草黑胫病菌敏感菌株抗性水平的测定结果见表 3。甲霜灵对 3 个敏感菌株的 EC<sub>50</sub> 为 0.6762~

表 3 烟草黑胫病菌敏感菌株的回归方程及抗性水平

菌株编号	回归方程	相关系数	EC <sub>50</sub> /(mg/L)	95%置信区间	抗性倍数
HDL-2	$Y=4.3737+0.6233X$	0.7869*	0.6949	0.5645~0.8253	1.03
HDF-4	$Y=4.4709+0.5907X$	0.8601*	0.7843	0.6199~0.8770	1.16
RH-4	$Y=4.3632+0.5459X$	0.8779*	0.6762	0.4708~0.8816	1.00

注: \*表示在 0.05 水平上差异显著, \*\*表示在 0.01 水平上差异显著。下同

0.7843mg/L, 平均为 0.7184mg/L。相对于 RH-4、HDL-2 和 HDF-4 的抗性倍数分别为 1.03 和 1.16。烟草黑胫病菌中间菌株抗性水平的测定结果如表 4 所示, 18 个中间菌株的 EC<sub>50</sub> 为 1.1510~1.9478mg/L, 平均为 1.4935mg/L。抗性水平最高的为 RH-3 菌株, 其抗性倍数达到 2.88。

表 4 烟草黑胫病菌中间菌株的回归方程及抗性水平

菌株编号	回归方程	相关系数	EC <sub>50</sub> /(mg/L)	95%置信区间	抗性倍数
HDL-3	$Y=4.2081+0.7417X$	0.8700*	1.1510	0.4704~1.6923	1.70
HDF-6	$Y=3.8548+0.7611X$	0.9885**	1.6310	1.4090~1.8632	2.41
RH-1	$Y=3.4995+1.1243X$	0.8764*	1.4654	0.6624~2.1746	2.17
RH-2	$Y=3.2848+0.9824X$	0.9962**	1.8244	1.6805~1.9919	2.70
RH-3	$Y=3.4371+0.8802X$	0.9902**	1.9478	1.6158~2.0525	2.88
MY-1	$Y=3.8012+0.9209X$	0.9057*	1.3759	0.7767~1.9397	2.03
MY-6	$Y=3.8189+0.8242X$	0.8246*	1.5691	0.5606~2.5862	2.32
BT-2	$Y=3.7280+0.9633X$	0.8397*	1.3508	0.5258~2.1950	2.00
BT-5	$Y=3.7904+0.8136X$	0.9514**	1.5536	1.0622~2.1267	2.30
BT-7	$Y=3.5642+0.9198X$	0.9760**	1.6842	1.3250~1.9517	2.49
DC-6	$Y=4.0012+0.7985X$	0.8733*	1.2934	0.6098~1.9995	1.91
ML-5	$Y=3.0215+1.4147X$	0.9687**	1.4992	1.1394~1.8590	2.22
ML-13	$Y=3.8086+0.7955X$	0.9866**	1.6370	1.3705~1.7288	2.42
XC-3	$Y=3.8108+0.9122X$	0.9237**	1.4211	0.8584~1.9536	2.10
XC-4	$Y=4.0489+0.8932X$	0.8932*	1.2320	0.6111~1.7702	1.82
XC-7	$Y=3.7858+0.9342X$	0.9731**	1.3491	1.0921~1.7024	2.00
HS-13	$Y=3.4224+1.0767X$	0.9291**	1.5414	0.9507~2.0794	2.28
YB-1	$Y=4.0082+0.7839X$	0.9485**	1.3577	0.9269~1.7085	2.01

烟草黑胫病菌抗性菌株抗性水平的测定结果如表 5 所示, 36 个抗性菌株的 EC<sub>50</sub> 为 2.0735~6.3181mg/L, 平均为 3.9004mg/L。其中 XC-2 抗性倍数最高, 达到 9.34 倍。

表 5 烟草黑胫病菌抗性菌株的回归方程及抗性水平

菌株编号	回归方程	相关系数	EC <sub>50</sub> /(mg/L)	95%置信区间	抗性倍数
HDL-1	$Y=3.6481+0.6462X$	0.9794**	2.1065	1.7376~2.5450	3.12
HDL-5	$Y=3.5618+0.7359X$	0.9599**	2.0735	1.5375~2.5248	3.07
HDL-7	$Y=2.6281+0.4834X$	0.8841**	5.1616	2.2659~8.2061	7.63
HDF-1	$Y=3.4393+0.5808X$	0.9139**	2.7705	1.5679~3.8626	4.10
HDF-3	$Y=3.0455+0.3912X$	0.9929**	5.4514	4.4661~6.1211	8.06
HDF-5	$Y=3.3185+0.5947X$	0.9839**	2.9069	2.5469~3.4959	4.30
HDD-1	$Y=3.2158+0.4235X$	0.9751**	4.5501	3.5239~5.6099	6.73
HDD-2	$Y=3.1418+0.5990X$	0.9950**	3.1271	3.0728~3.7398	4.62
HDD-4	$Y=3.0649+0.9184X$	0.9941**	2.1935	1.9569~2.4258	3.24
HD-2	$Y=3.3169+0.5493X$	0.9901**	3.1349	2.7721~3.7615	4.64
HD-3	$Y=3.3576+0.4560X$	0.8411*	3.8937	1.4111~6.3920	5.76
HD-4	$Y=3.0893+0.4246X$	0.9540**	4.6305	3.2113~6.1524	6.85
MY-3	$Y=2.9856+0.4719X$	0.9896**	4.6657	3.9832~5.3482	6.90
MY-7	$Y=3.1462+0.4261X$	0.8194*	4.5372	1.3648~7.7277	6.71
MY-8	$Y=3.1208+0.4455X$	0.8112*	4.6271	1.2741~7.7983	6.84
BT-1	$Y=2.2362+0.4892X$	0.9954**	6.1642	5.5136~6.7357	9.12
BT-3	$Y=2.9005+0.5694X$	0.9090*	3.9825	2.0969~5.8453	5.89
BT-4	$Y=3.0212+0.6916X$	0.9138*	2.9930	1.7876~4.3202	4.43
BT-8	$Y=3.0660+0.3692X$	0.9493**	5.3849	3.5493~7.3819	7.96
DC-2	$Y=2.3212+0.6947X$	0.9898**	4.1721	3.3744~4.4973	6.17
DC-4	$Y=2.9198+0.6647X$	0.9554**	3.1953	2.3534~4.2613	4.73
DC-7	$Y=3.0860+0.5798X$	0.9856**	3.3113	2.8108~3.8667	4.90
ML-2	$Y=3.0838+0.6664X$	0.9351**	2.9674	1.9505~4.2363	4.39
ML-4	$Y=2.9412+0.5763X$	0.9800**	3.6365	3.1047~4.3612	5.38

续表 5 烟草黑胫病菌抗性菌株的回归方程及抗性水平

菌株编号	回归方程	相关系数	EC <sub>50</sub> /(mg/L)	95%置信区间	抗性倍数
ML-7	$Y=2.1873+0.5820X$	0.994 8*	5.084 5	4.463 9~5.566 2	7.52
XC-1	$Y=3.2555+0.6375X$	0.987 1*	2.788 3	2.355 1~3.458 6	4.12
XC-2	$Y=3.1293+0.3171X$	0.949 9*	6.318 1	4.046 0~8.639 7	9.34
XC-9	$Y=3.1458+0.3014X$	0.894 1*	6.279 7	3.009 7~9.369 6	9.29
HL-3	$Y=3.1968+0.6302X$	0.973 7*	3.033 0	2.418 2~3.667 5	4.49
HL-6	$Y=3.2515+0.5308X$	0.970 4*	3.340 5	2.527 7~4.251 7	4.94
HL-7	$Y=3.1589+0.4756X$	0.943 1*	4.127 0	2.640 7~5.497 2	6.10
HS-1	$Y=2.5887+0.5220X$	0.989 6*	4.943 5	3.987 1~5.645 8	7.31
HS-3	$Y=2.3313+0.7348X$	0.985 9*	3.664 9	3.224 4~4.259 3	5.42
HS-4	$Y=3.4524+0.6179X$	0.851 1*	2.537 1	1.083 6~4.306 8	3.75
YB-2	$Y=3.2463+0.5936X$	0.932 9*	2.980 8	2.030 7~4.179 1	4.41
YB-6	$Y=3.5350+0.3982X$	0.840 9*	3.682 5	1.335 2~6.620 1	5.45

2.2.2 不同地理来源的烟草黑胫病菌菌株对甲霜灵抗性的差异 对 EC<sub>50</sub>均值进行方差分析,结果(表 6)表明,参检的 13 个菌株系列除 HD 地区菌株外,均无显著性差异,最高值(HD 地区菌株,3 8863mg/L)与最低值(RH 地区菌株,1 4784 mg/L)相差 1.63 倍。说明不同地理来源的烟草黑胫病菌对甲霜灵抗性的差异不明显。

表 6 甲霜灵对不同地理来源烟草黑胫病菌菌株的 EC<sub>50</sub> 值

菌株来源	菌株数/株	EC <sub>50</sub> /(mg/L)	相关系数	EC <sub>50</sub> 均值/(mg/L)	抗性倍数
HD	3	3.1349~4.6305	0.928 4*	3.886 3aA	2.63
HDD	3	2.1935~4.5501	0.988 0*	3.290 2bB	2.23
HDF	5	0.7843~5.4514	0.947 8*	2.708 8bcB	1.83
HDL	5	0.6949~5.1616	0.896 0*	2.237 5bcB	1.51
RH	4	0.6762~1.9478	0.935 1*	1.478 4cB	1.00
MY	5	1.3759~4.6657	0.870 1*	3.355 0bB	2.27
BT	7	1.3508~6.1642	0.933 5*	3.301 8bB	2.23
DC	4	1.2934~4.1721	0.951 0*	2.993 0bB	2.02
ML	5	1.4992~5.0845	0.973 0*	2.964 9bcB	2.01
XC	6	1.2320~6.3181	0.936 8*	3.231 3bB	2.19
HL	3	3.0330~4.1270	0.962 4*	3.500 1bB	2.37
HS	4	1.5414~4.9435	0.938 9*	3.171 7bB	2.15
YB	3	1.3577~3.6825	0.907 4*	2.673 6bcB	1.81

注: 同列数据后不同小写字母表示差异达显著水平( $P<0.05$ ), 不同大写字母表示差异达极显著水平( $P<0.01$ )

2.2.3 不同地理来源烟草黑胫病菌菌株对甲霜灵抗性水平的系统聚类分析 用 DPS 3.0 软件对供试菌株 EC<sub>50</sub>值实施规格化转换后,采用卡方距离相似尺度并以离差平方和进行聚类分析,结果(图 1)表明:57 个菌株在距离 0.71 处可分为 3 个类群,第 1 类群包括 17 个菌株(XC-2、XC-9、BT-1、HDF-3、BT-8、HD-4、HDL-7、ML-7、HS-1、MY-3、HDD-1、MY-8、BT-3、MY-7、DC-2、HD-3、HL-7),第 2 类群包括 17 个菌株(YB-6、HS-3、ML-4、YB-2、HL-6、DC-7、DC-4、HD-2、HDD-2、HL-3、BT-4、ML-2、HDF-5、XC-1、HDF-1、HS-4、HDD-4),第 3 类群包括 23 个菌株(HDL-1、HDL-5、RH-3、BT-7、ML-13、MY-6、HDF-6、HS-13、RH-2、BT-5、XC-3、RH-1、ML-5、MY-1、YB-1、BT-2、XC-7、DC-6、XC-4、HDL-3、HDF-4、HDL-2、RH-4)。各类群均包括不同来源的菌株,其中来源于 XC、BT、

ML、HS、DC 的菌株均在 3 个类群中出现,而其他来源的菌株都出现在 2 个聚类组中,RH 系列内菌株抗性的变化幅度小,XC 和 BT 系列内菌株抗性的变化幅度大。

3 结论与讨论

袁宗胜等、李梅云等已有研究表明,经药剂驯化,烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗药性水平能够逐步提高<sup>[12-13]</sup>。本研究结果与其相吻合。因此,在接触甲霜灵(例如田间施药)的条件下,烟草黑胫病菌中间菌株能够向抗性菌株转化。

研究发现,选取的 57 个不同地理来源的烟草黑胫病菌菌株对甲霜灵的抗性存在着广泛的差异。这是由于不同地区的地理、气候、土壤、烟草品种、栽培管理水平不同造成的。在抗性水平测定中,西昌地区菌株 EC<sub>50</sub>值最大,这是因为西昌为老烟区,烟农

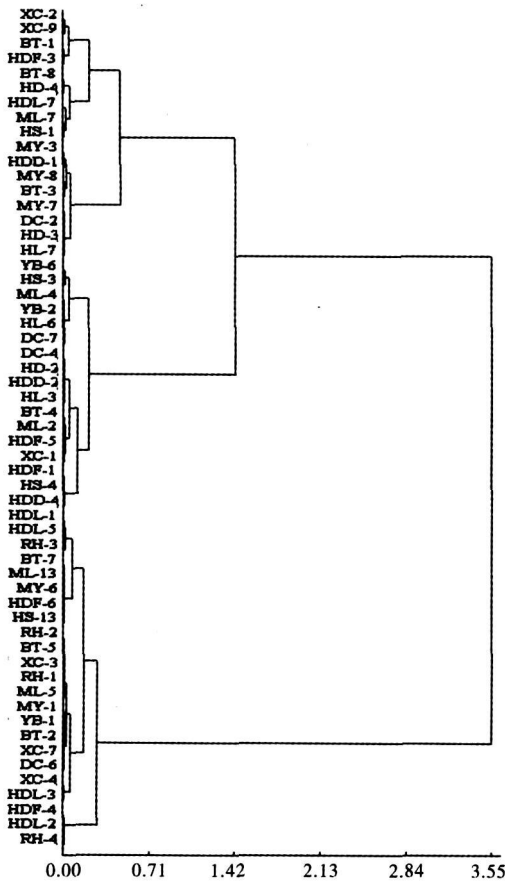


图 1 甲霜灵对烟草黑胫病菌  $EC_{50}$  值的系统聚类

在防治黑胫病时加大了甲霜灵的使用剂量和次数,致使土地药剂残留量增加。

甲霜灵仍是防治烟草黑胫病的一个特效杀菌剂,使用甲霜灵混剂仍是目前防治黑胫病的有效策略,在防治黑胫病中一直占有重要位置。建议今后在防治烟草黑胫病中,暂停或避免使用甲霜灵单剂,尽可能减少甲霜灵使用频率及用量,采用其他药剂与甲霜灵交替使用,最大限度地阻止抗药性群体的发展蔓延。至于甲霜灵抗性机制、稳定性遗传,需要进一步研究。

为科学有效地防治烟草黑胫病,不同烟区应针对当地情况,定期作好烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗药性监测工作,并对可能产生抗药性的群体进行密切监控,适时采取有效措施进行治理。同时,各烟区

应加强烟草农业栽培措施的管理,提高烟株对黑胫病菌的抵抗能力,合理轮换防治药剂,选用生物防治手段,防止田间抗性群体的产生和蔓延,延长甲霜灵的使用年限,减少因黑胫病发生带来的损失。

参考文献:

[ 1 ] 孔凡玉,朱贤朝,石金开,等.我国烟草侵染性病害发生趋势及防治对策[J].中国烟草,1995(1):31-34.

[ 2 ] 陈瑞泰,朱贤朝,王智发,等.全国16个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告[J].中国烟草科学,1997,1(4):1-7.

[ 3 ] 石鸿文.烟草黑胫病的发生与综防技术[J].河南农业科学,2002(4):43.

[ 4 ] Davides L C, Daninial D L, Westen C J, et al. Resistance to metalexyl in phytophthora infestans[J]. Netherlands Journal of Plant Pathology, 1983, 89: 1-20.

[ 5 ] 张治家,张琦.山西省辣椒疫霉病体内、外对甲霜灵的抗性[J].山西农业科学,2007,35(3):62-65.

[ 6 ] 王革,郑小波,陆家云,等.云南省烟草黑胫病菌对甲霜灵抗性的检测[J].南京农业大学学报,1997,20(4):105-107.

[ 7 ] 马国胜.烟草黑胫病菌生理生态及对甲霜灵抗性监测与遗传研究[D].合肥:安徽农业大学,2002:67-87.

[ 8 ] 郑小波.疫霉菌及其研究技术[M].北京:中国农业出版社,1997.

[ 9 ] Parra G, Ristaino J B. Resistance to mefenixam and metalaxyl among field isolates of *Phytophthora capsici* causing phytophthora blight of bell pepper[J]. Plant Disease, 2001, 85(10):1069-1075.

[ 10 ] Fraser D E, Shonemker P B, Ristaino J B. Characterization of isolates of *Phytophthora infestans* from tomato and potato in North Carolina from 1993 to 1995[J]. Plant Disease, 1999, 83(7):633-638.

[ 11 ] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002:648.

[ 12 ] 袁宗胜,张广民,刘延荣,等.烟草黑胫病菌对甲霜灵的敏感性测定[J].中国烟草科学,2001(4):9-12.

[ 13 ] 李梅云,祝明亮.烟草黑胫病菌对甲霜灵的抗性测定[J].中国农学通报,2006,22(9):377-379.