

· 研究论文 ·

啞菌酯对番茄早疫病菌的抑制作用

张 晓, 张艳军, 陈 雨, 周明国*

(南京农业大学 植物病理学系, 南京 210095)

摘 要:采用菌丝生长速率法和孢子萌发法分别测定了啞菌酯对番茄早疫病菌 *Alternaria solani* 菌丝生长的抑制作用及其对分生孢子萌发的影响,同时测定了其对菌丝呼吸速率的影响。结果表明,啞菌酯抑制番茄早疫病菌分生孢子萌发的作用强于对菌丝生长的抑制作用。抑制菌丝生长的剂量-反应曲线与抑制菌丝呼吸的剂量-反应曲线趋势相似,但菌丝在经啞菌酯处理 5~7 h 后呼吸速率恢复到对照水平,相比之下,啞菌酯却能一直抑制菌丝的生长。因此,采用孢子萌发法测定番茄早疫病菌对啞菌酯的敏感性比用菌丝生长速率法测定更为适宜。水杨羟酸与啞菌酯在抑制番茄早疫病菌菌丝生长和分生孢子萌发方面有协同作用,对菌丝生长的平均协同系数为 7.24。随处理时间延长,药剂对菌丝耗氧的抑制作用下降,但仍抑制菌丝生长。研究表明:呼吸作用对药剂的敏感性随着处理的延长而下降的机理不是因为旁路氧化途径增强,也不是因为基质中药剂效力的下降,而是存在其它机制。

关键词:啞菌酯; 番茄早疫病菌; 抑制作用; 呼吸作用

中图分类号: S482.2

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2008)01-0041-06

Inhibitory Effect of Azoxystrobin on *Alternaria solani*

ZHANG Xia, ZHANG Yan-jun, CHEN Yu, ZHOU Ming-guo*

(Department of Plant Pathology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095 China)

Abstract Inhibitory activity of azoxystrobin against mycelial growth and conidia germination of *Alternaria solani* was tested and the effect of azoxystrobin on respiration in mycelial growth of *A. solani* was assessed by testing the oxygen consumption. The results showed that the inhibitory activity of azoxystrobin against conidial germination was much stronger than that against mycelial growth. The dose-response curves of azoxystrobin inhibiting mycelial growth and oxygen consumption of the fungus were parallel to each other. However oxygen consumption restored to the normal level of control after 5~7 hours treatment with azoxystrobin, and the restored oxygen consumption was insensitive to azoxystrobin. By contrast, azoxystrobin could inhibit mycelial growth of *A. solani* all the times. Therefore, it is more appropriate to determine sensitivity of *A. solani* to azoxystrobin and monitor the resistance by conidial germination test than by mycelial growth. Salicylhydroxamic acid (SHAM) could strengthen the inhibitory effect of azoxystrobin against mycelial growth and conidia germination of *A. solani* and the mean synergistic ratio for mycelial growth was 7.24. As treatment time went on, the respiration inhibition on the mycelia decreased, while the mycelial growth was still inhibited strongly. The results showed that the sensitivity decrease of mycelial respiration to azoxystrobin was not caused by

收稿日期: 2007-09-05 修回日期: 2007-11-12

作者简介: 张晓 (1982-), 女, 河南三门峡人, 硕士研究生; * 通讯作者 (Author for correspondence): 周明国 (1958-), 男, 江苏南通人, 教授, 博士生导师, 主要从事植物病害化学防治研究。联系电话: 025-84395641; E-mail: mgzhou@njau.edu.cn

基金项目: 国家重点基础研究发展规划 (“973”计划) 项目 (2006CB101907)。

induction of alternative respiration or degradation of the fungicide in medium.

Key words azoxystrobin; *Alternaria solani*; inhibitory effect; oxygen consumption

番茄早疫病是由茄链格孢 *Alternaria solani* 引起的番茄重要病害之一,在我国黑龙江、河北、山西、山东、湖北、湖南、上海、江苏、广东和广西等省都有发生。发病严重时可引起落叶、落果和断枝,对番茄产量影响很大^[1]。开发新型高效的杀菌剂来控制番茄早疫病的流行与危害已经成为广大农业科技工作者面临的重大课题。嘧菌酯 (azoxystrobin)既能抑制菌丝生长又能抑制孢子萌发,并且对真菌分生孢子产生也有显著的抑制作用,具有铲除、保护、内吸及横向输导等特性,因其杀菌活性高、杀菌谱广、内吸性强、对非靶标作物安全且与环境有良好的相容性而被广泛用于防治多种经济作物病害^[2-4]。嘧菌酯通过与病原菌线粒体呼吸链上 Cytb_c 复合物的 Q_o位点结合而阻止病原菌电子传递,进而抑制病原菌的呼吸作用^[5-7]。许多病原菌在正常呼吸途径受阻后,可本能地启动旁路氧化途径,利用旁路氧化获得能量,从而对甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂表现抗性^[8]。作者研究了嘧菌酯在离体条件下对番茄早疫病菌 *A. solani* 分生孢子萌发和菌丝生长的抑制作用及嘧菌酯与水杨脞酸之间的协同作用。通过菌丝耗氧速率的变化,分析了嘧菌酯在抑制番茄早疫病菌菌丝耗氧中的作用机制及旁路氧化的作用,并通过比较嘧菌酯对番茄早疫病菌菌丝生长和分生孢子萌发的抑制作用及对呼吸作用的抑制机制,探索旁路氧化途径的启动在菌丝恢复呼吸速率中的作用,旨在为生产上科学使用嘧菌酯及同类杀菌剂提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 药剂、培养基和菌株

93% 嘧菌酯原药 (azoxystrobin),由先正达 (中国)投资有限公司提供,用甲醇配成 $1.0 \times 10^4 \mu\text{g/mL}$ 母液,备用。99% 水杨脞酸 (salicylhydroxamic acid, SHAM),美国 Acros Organics 公司生产,用甲醇配制成 $5.0 \times 10^5 \mu\text{g/mL}$ 的母液,备用。

AEB 培养基: 酵母粉 5 g, NaNO₃ 6 g, KH₂PO₄ 1.5 g, KClO₄ 5 g, MgSO₄ 0.25 g, 甘油 20 mL, 加入去离子水至 1 L。

AEA 培养基: 酵母粉 5 g, NaNO₃ 6 g, KH₂PO₄ 1.5 g, KClO₄ 5 g, MgSO₄ 0.25 g, 甘油 20 mL, 琼脂 20 g, 加入去离子水至 1 L。

PSA 培养基: 马铃薯 200 g, 蔗糖 20 g, 琼脂 20 g, 加去离子水至 1 L。

番茄早疫病菌 *A. solani* 菌株: NJ-1Q, NJ-13, NJ-2Q, NJ-23, NJ-32, 由 2006 年采自江苏南京地区从未使用过嘧菌酯等甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂的番茄早疫病病叶和病果上分离获得,经过单孢纯化后按柯氏法则及形态鉴定。

番茄品种: 江蔬 14 号。

1.2 对嘧菌酯的敏感性测定

1.2.1 菌丝生长速率测定法 参照文献 [9] 方法,在 PSA 培养基上培养 7 d 的菌落边缘制取 ϕ 5 mm 菌碟,分别接种于含有 Q 1.42, 4.68, 18.7, 75, Q 300 $\mu\text{g/mL}$ 嘧菌酯或嘧菌酯 + 100 $\mu\text{g/mL}$ SHAM 的 AEA 培养基平板上,25℃ 下培养 7 d 后测量菌落直径,每处理重复 3 次。与对照比较计算出药剂的抑制百分率。采用机率值分析法计算药剂对靶标菌菌丝生长的有效抑制中浓度及其与 SHAM 的协同作用。

1.2.2 孢子萌发测定法 参照文献 [9] 方法,将 ϕ 5 mm 的菌碟置于产孢培养基 PSA 上,25℃ 下培养 10 d 以上。用灭菌水将培养好的分生孢子从产孢培养基上洗下,用纱布过滤得到分生孢子悬浮液,浓度调至 1×10^5 个 /mL。在分生孢子悬浮液中加入体积分数为 1% 的番茄汁后,再加入嘧菌酯分别配成浓度为 0.005, 0.025, 0.125, 0.625, 3.125 $\mu\text{g/mL}$ 的药液以及加入 SHAM 后配成含 100 $\mu\text{g/mL}$ SHAM 和上述嘧菌酯浓度的混合药液。各吸取 50 μL 滴加在凹玻片上 25℃ 保湿培养 7~8 h,在显微镜下观察分生孢子萌发,计算抑制分生孢子萌芽的百分率。

$$\text{分生孢子萌发抑制率}(\%) = \frac{\text{对照分生孢子萌发率} - \text{药剂处理分生孢子萌发率}}{\text{对照分生孢子萌发率}} \times 100$$

啞菌酯和水杨酸混合处理的理论抑制百分率按下式计算:

$$E = X + Y - XY / 100$$

其中, X 为啞菌酯的抑制率, Y 为水杨酸的抑制率, E 为两者混合的理论抑制率。如果实际抑制率大于理论抑制率, 说明二者具有增效作用^[10]。

1.3 啞菌酯对菌丝生长和呼吸作用的影响

1.3.1 不同浓度药剂对菌丝生长和呼吸速率的影响 分生孢子悬浮液的制备: 选取对啞菌酯敏感的 NJ-13 菌株, 25℃下在 PSA 培养基上培养 10 d 以上, 用灭菌水制备成浓度为每 mL 含 1×10^7 个分生孢子的悬浮液, 备用。

将 200 μ L 分生孢子悬浮液加入到装有 100 mL AEB 液体培养基的 30 个 250 mL 三角瓶中, 在 25℃、150 r/min 下摇培 24 h 后加入无菌水或药液母液至啞菌酯终浓度分别为 0、12.5、25、50、100 μ g/mL, 每浓度处理 6 瓶, 再摇培 24 h, 过滤, 收集菌丝。将各处理的其中 3 瓶菌丝置于烘箱中 80℃下烘干 8 h 至衡重, 称量菌丝干重。另 3 瓶菌丝用蒸馏水冲洗 2 次。将每 10 mg 鲜重菌丝悬浮在 2 mL (pH = 7.2) 磷酸缓冲液中, 在 Hansatech 氧电极上测定系列浓度 (0、12.5、25、50、100 μ g/mL) 的啞菌酯对菌丝呼吸作用的影响, 每处理重复 3 次。

1.3.2 药剂处理不同时间对菌丝生长的影响

按照 1.3.1 节的方法将摇培了 24 h 的菌丝, 分别在含有 100 μ g/mL 啞菌酯的 AEB 中继续摇培 1、2、3、4 和 5 d 后, 过滤收集菌丝, 在 80℃的烘箱里烘干 8 h, 称重。每处理设 3 次重复。

1.3.3 药剂处理不同时间对菌丝呼吸作用的影响 将按照 1.3.1 节方法培养了 24 h 的菌丝悬浮在含 0.1 mol/L 葡萄糖、pH 值 7.2 的磷酸缓冲液中, 取一半菌丝不经药剂处理, 另一半菌丝用 100 μ g/mL 啞菌酯处理, 然后继续摇培 (25℃, 150 r/min) 1、3、5、7、9、11、24、36、60 和 120 h 后, 分别收集菌丝, 用蒸馏水冲洗 3 次。从摇培的菌丝中各取出一半用 100 μ g/mL 水杨酸处理。将每 10 mg 鲜重的菌丝悬浮在 2 mL 磷酸缓冲液 (pH = 7.2) 中, 在 Hansatech 氧电极上分别测定菌丝的呼吸速率。每处理重复 3 次。

1.4 数据分析

采用 SAS 软件, 对毒力回归方程及 EC_{50} 值数据进行差异显著性分析 (LSD 法)。

2 结果与分析

2.1 番茄早疫病菌对啞菌酯的敏感性

2.1.1 菌丝生长对啞菌酯的敏感性 表 1 数据表明, 啞菌酯对 5 个敏感的番茄早疫病菌菌株的菌丝生长均有抑制活性, 且当存在专化性旁路氧化酶抑制剂 SHAM 时, 啞菌酯对菌丝生长的 EC_{50} 值为 8.60~28.22 μ g/mL, 活性比没有 SHAM 时高 4.83~9.95 倍, 平均为 7.24 倍, 说明 SHAM 在菌丝生长过程中与啞菌酯有协同作用。啞菌酯单独处理对菌丝生长的抑制活性较低, 75 和 300 μ g/mL 啞菌酯对不同菌丝生长的抑制率分别仅为 42.22%~53.52% 和 52.00%~59.70%, 说明番茄早疫病菌菌丝生长过程中存在旁路氧化作用, 对啞菌酯的敏感性较低。

表 1 番茄早疫病菌菌丝生长对啞菌酯的敏感性

Table 1 Sensitivity of *Alternaria solani* to azoxystrobin in mycelia growth in vitro

菌株 Isolate	抑制中浓度 EC_{50} / (μ g/mL)		系数 Synergistic ratio	抑制率 (%) (75 μ g/mL) Inhibition rate (%) at 75 μ g/mL azoxystrobin		抑制率 (%) (300 μ g/mL) Inhibition rate (%) at 300 μ g/mL azoxystrobin	
	+ SHAM	- SHAM		+ SHAM	- SHAM	+ SHAM	- SHAM
NJ-10	13.47 C	134.08 B	9.95	59.40 A	46.80 A	63.64 A	54.55 AB
NJ-13	19.96 C	125.30 B	6.28	57.35 A	42.22 B	67.65 A	55.88 A
NJ-20	28.22 B	136.24 B	4.83	55.92 AB	53.52 AB	60.56 A	52.11 AB
NJ-23	8.60 A	71.15 A	8.27	65.67 B	49.25 C	67.16 A	59.70 B
NJ-32	21.45 B	147.19 B	6.86	60.00 AB	45.33 B	65.33 A	52.00 B

注: 同一列数据后带有相同字母表示数据之间无显著差异 ($P = 0.01$)。下同。

Note: Data in a column followed by the same letters indicate no significant difference between the data ($P = 0.01$). The same as in the following tables.

2.1.2 孢子萌发对嘧菌酯的敏感性 测定结果(表 2)表明,番茄早疫病菌分生孢子萌发对嘧菌酯的敏感性远远高于菌丝生长对该药剂的敏感性,抑制孢子萌发的 EC_{50} 值在 0.48~1.59 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 之间。0.625 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的嘧菌酯和 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的 SHAM 的混合物对分生孢子萌发的抑制作用强于单独的 0.625 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 嘧菌酯和 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$

SHAM 对分生孢子萌发的抑制作用,说明 SHAM 和嘧菌酯对抑制分生孢子萌发有增效作用(对照分生孢子的萌发率均在 95% 以上),抑制孢子萌发的 EC_{50} 值范围为 0.019~0.040 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 活性比没有旁路氧化抑制剂时的高 27.03~69.12 倍,说明旁路氧化在番茄早疫病菌孢子萌发过程中的生理作用大于菌丝生长过程中的作用。

表 2 嘧菌酯抑制孢子萌发及水杨酰胺的协同作用

Table 2 Inhibition of azoxystrobin and synergism of SHAM to conidial germination of *A. solani*

菌株 Iso lates	抑制中浓度 EC_{50} / ($\mu\text{g}/\text{mL}$)		系数 Factor	实际抑制百分率 (%)			理论抑制百分率 (%) Expected percentage of inhibition
	+ SHAM	- SHAM		Observed percentage of inhibition			
				0.625 $\mu\text{g}/\text{mL}$ azoxystrobin + 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ SHAM	0.625 $\mu\text{g}/\text{mL}$ azoxystrobin	100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ SHAM	
NJ-10	0.023 B	1.59 A	69.12	100	34.69 A	3.11 E	35.72 BC
NJ-13	0.040 A	0.48 E	12.00	100	27.96 B	5.32 C	32.79 D
NJ-20	0.027 B	0.73 D	27.03	100	33.67 A	8.90 A	39.57 A
NJ-23	0.019 B	0.90 C	47.45	100	28.86 B	6.51 B	33.49 CD
NJ-32	0.022 B	1.43 B	65.01	100	34.38 A	4.24 D	37.16 AB

注:不同字母表示不同处理之间有显著差异 ($P=0.01$)。

Note: Different letters show ed significant difference of various treat ment at $P=0.01$ level

2.2 嘧菌酯对菌丝呼吸和生长的抑制作用

2.2.1 嘧菌酯处理浓度与抑制菌丝生长和呼吸作用的关系 如图 1 所示,嘧菌酯抑制菌丝生长的剂量-反应曲线与抑制菌丝呼吸的剂量-反应曲线趋势相似,随着嘧菌酯处理浓度增加,对菌丝生长和呼吸的抑制率均有提高。但是各浓度的嘧菌酯处理对菌丝呼吸的抑制率均低于对菌丝生长的抑制率,并且随着药剂处理浓度增加对菌丝生长的抑制活性提高的速率很小,且低于对呼吸作用抑制的增加速率。该结果说明通过提高嘧菌酯的处理浓度以增加对菌丝生长的抑制作用价值较低,而且抑制呼吸作用对菌丝生长的影响较小。

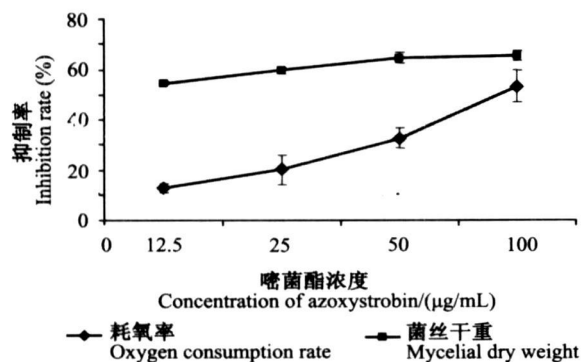


图 1 嘧菌酯对番茄早疫病菌丝生长和呼吸的影响

Fig 1 Inhibitory effects of azoxystrobin on grow th and oxygen consumption of mycelium of *A. solani*.

图中数据为 3 次重复的平均值。下同。

Data are means of three replicates. The same as below.

2.2.2 药剂处理时间对菌丝生长的影响 从图 2 可以看出,对照处理菌丝干重随着培养时间的延长不断增长,而 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 嘧菌酯处理在 5 d 内均对菌丝生长有明显的抑制作用。这说明 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的嘧菌酯对菌丝生长在处理的 5 d 内一直保持着强烈的抑制作用,药剂没有降解。

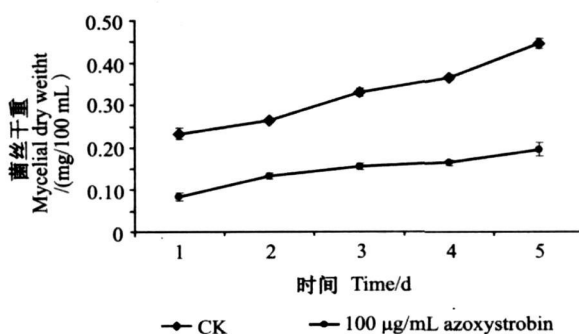


图 2 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的嘧菌酯对番茄早疫病菌丝生长量的影响

Fig 2 Effect of azoxystrobin on mycelial grow th of *A. solani*

2.2.3 嘧菌酯处理不同时间对菌丝耗氧率的影响 从图 3 可以看出,在开始测定的 5 h 内,随着培养时间的延长,菌丝耗氧率增加。但是嘧菌酯处理的耗氧率增加幅度明显小于对照,说明菌丝培养早期耗氧受嘧菌酯抑制。但 5 h 以后对照菌丝耗氧率逐步下降,24 h 后处于平衡态势。然而,

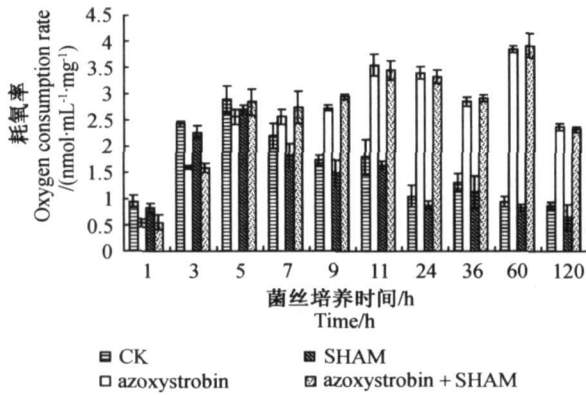


图 3 啞菌酯抑制菌丝耗氧呼吸的时间效应

Fig 3 Real time inhibiting oxygen consumption in mycelial growth of *A. solani* by azoxystrobin

啞菌酯对菌丝耗氧的抑制作用则随处理时间的延长而减弱, 7 h后处理菌丝耗氧率高于对照。用 SHAM 单独处理不同时间, 对菌丝耗氧的抑制率没有增加, 同时与啞菌酯共同处理没有表现出增效作用, 即不能阻止啞菌酯抑制菌丝呼吸的作用随处理时间延长而下降。该结果说明, 在延长处理时间的情况下, 啞菌酯丧失对菌丝呼吸耗氧的抑制作用, 并不是旁路氧化作用增强引起的, 而是可能存在其它机制。

3 讨论

在 QoIs 杀菌剂发展的早期阶段, 就已经发现许多病原菌在呼吸链受阻以后能够被活性氧诱导表达旁路氧化途径, 从而对 QoIs 类杀菌剂表现抗性^[8, 11, 12], 但是病原菌的这种补偿作用在寄主植物上发挥很小^[13-15], 因为寄主体内普遍存在的抗氧化素能够阻止活性氧诱导旁路氧化作用^[16], 故 QoIs 类杀菌剂在植物上能够表现很高的抗菌活性。旁路氧化作用使呼吸链绕过了 QoIs 作用靶标 Cytochrome 进行电子传递和 ATP 合成^[6]。

本研究结果表明, 呼吸作用抑制剂啞菌酯在离体条件下抑制番茄早疫病菌分生孢子萌发的活性大大高于抑制菌丝生长的活性, 且测定结果的变化范围较小。其结果与 Grossmann 等研究的另一种呼吸抑制剂醚菌酯对 *Colletotrichum capsici*, *Colletotrichum gbeosporioides*, *Venturia inaequalis*, *Pyricularia grisea* 和 *Rhynchosporium secalis*^[5] 等的抑菌活性相似。这可能是由于分生孢子在萌发过程中更加依赖线粒体的呼吸作用所提供的物质和

能量, 而菌丝无性生长与呼吸作用的依赖关系较弱。因此, 测定番茄早疫病菌对啞菌酯等呼吸抑制剂的敏感性时, 采用孢子萌发法较菌丝生长速率法更为适宜。

水杨脞酸与啞菌酯共同作用对番茄早疫病菌的菌丝生长和分生孢子萌发的抑制作用均比啞菌酯单独作用效果好, 但是水杨脞酸与啞菌酯混合使用对抑制菌丝生长的增效作用远远小于对分生孢子萌发抑制的增效作用, 可以推论旁路氧化作用主要发生在孢子萌发过程, 而在菌丝生长过程中很少存在, 其结果与 Gullino 等报道的一致^[4]。

啞菌酯能够抑制番茄早疫病菌菌丝的呼吸速率和菌丝生长, 菌丝生长的剂量曲线和菌丝呼吸速率曲线趋势相似, 说明啞菌酯对菌丝生长的抑制作用与其对菌丝呼吸作用的影响相关。实验还证明, 在啞菌酯丧失呼吸抑制作用的过程中, 旁路氧化没有增强。尽管如此, 啞菌酯仍能强烈抑制菌体干重的增加。这些结果可能意味着在啞菌酯的胁迫下, 菌体细胞存在某种未知的耗氧呼吸作用机制来应对药剂的抑制作用。这可能是菌丝在药剂作用下的一种应急反应, 也可能是旁路氧化途径启动后继续对呼吸速率的补偿。其作用机理还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] CHEN L ifeng(陈利锋), XU Jing-you(徐敬友). *Agricultural Plant Pathology (Southern Edition) (农业植物病理学) (南方本)* [M]. Beijing(北京): China Agricultural Press(中国农业出版社), 2001: 314-317.
- [2] ZHANG Shu-ya(张舒亚), ZHOU Ming-guo(周明国). 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂的生物学及应用技术研究 [M] // *Chemical Control of Plant Diseases in China Vol 3 (中国植物病害化学防治研究, 第三卷)*. Beijing(北京): Chinese Agricultural Science and Technology Press(中国农业科技出版社), 2002: 1-10.
- [3] DALE S. Efficacy of 'Amistar' against Fruit and Vegetable Diseases in Asia [M] // *Chemical Control of Plant Diseases in China Vol 3 (中国植物病害化学防治研究, 第三卷)*. Beijing(北京): Chinese Agricultural Science and Technology Press(中国农业科技出版社), 2002: 42-49.
- [4] GULLINO M L, LEROUX P, SMITH C M. Uses and Challenges of Novel Compounds for Plant Disease Control [J]. *Crop Protection*, 2000, 19: 1-11.
- [5] GROSSMANN K, REZTLAFF G. Bio-regulatory Effects of the Fungicide Strobilurin Kresoxin-methyl in Wheat (*Triticum aestivum*) [J]. *Pesticide Science*, 1997, 50: 11-20.
- [6] BARTLETT D W, CLOUGH J M, GODWIN J R, et al. The

- Strobilurin Fungicides [J]. *Pest Management Science*, 2002, 58: 649-662.
- [7] MIZUTANI A, YUKIOTA H, TAMURA H, et al. Respiratory Characteristics in Pyricularia oryzae Exposed to a Novel Aflatoxin in acetamide Fungicide [J]. *Phytopathology*, 1995, 85: 306-311
- [8] JOSEPH-HOME T, HOLLOWAY D W. Functional Diversity within the Mitochondrial Electron Transport Chain of Plant Pathogenic Fungi [J]. *Pest Management Science*, 2000, 56: 24-30
- [9] 金丽华 (金丽华), 陈长军 (陈长军), 王建新 (王建新), et al. 旁路氧化作用对啮菌酯抑制辣椒炭疽菌孢子萌发和菌丝生长的影响 [J]. *Acta Phytopathologica Sinica* (植物病理学报), 2007, 37(3): 289-295.
- [10] GISIU. Synergistic Interaction of Fungicides in Mixtures [J]. *Phytopathology*, 1996, 86: 1273-1279
- [11] VANLERBERGHE G C, MCINTOSH L. Alternative Oxidase from Gene to Function [J]. *Annu Rev Plant Mol Biol*, 1997, 48: 703-734
- [12] JOSEPH-HOME T, HOLLOWAY D W, WOOD P M. Fungal Respiration: a Fusion of Standard and Alternative Components [J]. *Biochim Biophys Acta*, 2001, 1504: 179-195.
- [13] ZOGAS B N, BALDWIN B C, YOUNG J E. Alternative Respiration: a Biochemical Mechanism of Resistance to Azoxystrobin (ICIA5504) in Septoria tritici [J]. *Pesticide Science*, 1999, 50: 28-34.
- [14] OLAYA G, ZHENG D, KÖLLER W. Differential Responses of Germinating Venturia inaequalis Conidia to Kresoxim-methyl [J]. *Pesticide Science*, 1998, 54: 230-236
- [15] OLAYA G, KÖLLER W. Baseline Sensitivities of Venturia inaequalis Populations to the Strobilurin Fungicide Kresoxim-methyl [J]. *Plant Disease*, 1999, 83: 274-278.
- [16] MIZUTANI A, MUKI N, YUKIOTA H, et al. A Possible Mechanism of Control of Rice Blast Disease by a Novel Aflatoxin in acetamide Fungicide SSF126 [J]. *Phytopathology*, 1996, 86: 295-300.

(Ed. JIN SH)

• 会 讯 •

第十届全国农药学科教学科研研讨会 ——第二轮通知

由青岛农业大学(原莱阳农学院)主办的“第十届全国农药学科教学科研研讨会”将于2008年7月22~27日在青岛召开,会议主题为“农药·食品·环境”。有关的会议论文征集工作正在进行中。大会接收中英文论文,尤其鼓励英文文章。欢迎广大读者踊跃投稿。请将论文于2008年5月30日前通过电子邮件发送至 doubledred74@sina.com 或 yangcjp2006@163.com。希望参会单位至少提交与农药教学、科研或技术服务相关的论文1篇。有关论文的格式要求、报到时间、地点以及其他相关事宜请直接与会务组联系。

会务联系人: 罗小勇 0532-88030484(O); 13969636942 luoxiaoyong@yahoo.com.cn

论文联系人: 郝双红 0532-86080597(O); 13606344654 doubledred74@sina.com

通讯地址: 山东省青岛市城阳区春阳路 青岛农业大学植物保护学院

邮 编: 266109

青岛农业大学植物保护学院
2008年3月