

蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株对扶桑绵粉蚧的毒力测定

闫鹏飞¹ 孙跃先¹ 邓裕亮² 袁盛勇³ 吴国星¹ 张宏瑞¹

1. 云南农业大学植物保护学院, 昆明 650201; 2. 西双版纳出入境检验检疫局, 景洪 666100;
3. 红河学院生命科学与技术学院, 蒙自 661100

摘要 采用点滴法, 在室内测定了蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii* (Zimm) KMZW-1 菌株 3.0×10^4 、 3.0×10^5 、 3.0×10^6 、 3.0×10^7 、 3.0×10^8 个/mL 5 个浓度的分生孢子液对扶桑绵粉蚧 (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley) 若虫和雌成虫的毒力。结果表明: 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株对扶桑绵粉蚧具有较高的毒力, 在雌成虫初期接种的最高累计校正死亡率大于其他虫态; 随着浓度的增加, 校正死亡率逐渐增加, 在 3.0×10^8 个/mL 时达到最大; 随着时间和浓度的增加, 1 龄、2 龄、3 龄若虫和雌成虫初期接种的致死中浓度分别为 1.4868×10^5 、 3.6617×10^3 、 9.8176×10^4 、 2.7960×10^4 个/mL, 致死中时间分别为 5.21、5.55、5.44、4.87 d。

关键词 蜡蚧轮枝菌; 扶桑绵粉蚧; 毒力

中图分类号 S 482.3⁺9 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)04-0038-05

扶桑绵粉蚧 (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley) 是半翅目粉蚧科绵粉蚧属的外来入侵新害虫。2008 年在中国广东省广州市街道的扶桑上首次发现^[1], 随后在台湾、广东、广西、福建、浙江、江西、湖南、四川、云南、海南等地均有报道^[2]。扶桑绵粉蚧在中国的潜在分布区广泛, 包括长江中下游、黄河中下游和西北等主要棉区以及华南和辽河流域零星棉区的所有地区^[3], 可危害锦葵科、茄科、菊科和葫芦科等 53 科 154 种植物^[4], 主要以若虫和雌成虫取食作物, 导致作物长势衰弱、生长缓慢或停止、落叶落花等, 严重时作物整株死亡。研究表明, 多种化学杀虫剂对扶桑绵粉蚧具有较好的杀虫效果^[5-8], 但单以化学防治为主易产生抗药性和环境污染等问题。蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii* (Zimm) 是一种重要的虫生真菌, 可侵染介壳虫、蚜虫、粉虱、线虫、蓟马和部分鳞翅目害虫, 能控制害虫发生并延缓害虫产生抗药性^[9-11]。笔者利用蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株对扶桑绵粉蚧 1 龄、2 龄、3 龄若虫和雌成虫的毒力进行了测定, 旨在明确蜡蚧轮枝菌对扶桑绵粉蚧的浓度效应和时间效应, 为利用蜡蚧轮枝菌防治扶桑绵粉蚧提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试菌株

蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株由云南农业大学植物病理实验室保存并提供, 经复壮和扩繁后供试。

1.2 供试虫源

扶桑绵粉蚧采自云南省文山州富宁县, 原寄主为驳骨丹, 在室内隔离饲养, 用扶桑枝条繁殖种群, 以扩繁的后代种群作为试虫。

1.3 菌株分生孢子液的制备

采用马铃薯琼脂培养基 (PDA), 在温度 26 °C 下培养 10 d 后收集分生孢子。将蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株的分生孢子刮到盛有 50 mL 的无菌水 + 0.05% 吐温-80 湿润剂的锥形瓶中, 充分振荡使分生孢子分散, 并过滤除去杂质和菌丝。用血球计数板在显微镜下检查计算出孢子数和浓度, 用无菌水分别稀释到试验所需浓度。

1.4 菌株对扶桑绵粉蚧的毒力测定

将蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株孢子液用无菌水 (含 0.05% 吐温-80) 分别稀释到 3.0×10^4 、 3.0×10^5 、 3.0×10^6 、 3.0×10^7 、 3.0×10^8 个/mL 5 个处

收稿日期: 2012-11-15

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103026)、国家自然科学基金项目 (31160379)、云南农业大学农业入侵生物可持续控制研究省创新团队项目 (2011HC005)、云南省高校植物检疫学科技术创新团队项目 (云教科 [2011] 14 号) 和云南出入境检验检疫局科技计划项目 (2013YN017)

闫鹏飞, 硕士研究生。研究方向: 农业昆虫及害虫防治。E-mail: yanpengfeif@126.com

通讯作者: 张宏瑞, 博士, 教授。研究方向: 昆虫生态与害虫综合防治。E-mail: hongruizh@126.com

理浓度(孢子数量/mL,下同),并用无菌水+0.05%的吐温-80 作为对照,每个处理设 3 个重复,每个浓度处理 30 头虫。挑选长势一致,孵化或蜕皮后约 24 h 的各龄虫态。从未喷药的清洁扶桑植株上采集扶桑嫩梢,用浸湿的棉团包裹叶柄,外用塑料薄膜包扎好,作为试验过程中扶桑绵粉蚧的食物来源。

采用点滴法,将孢子液按 1 μL/头接种到扶桑绵粉蚧各龄虫态的虫体上,待虫体表面晾干后,再将虫转移到扶桑枝条上,放入底面直径 7 cm、高 8 cm 的玻璃瓶内。用塑料薄膜封口并用微针扎细小孔透气,置于温度(26±0.5)℃、相对湿度 70%±5%、光照 L/D=14/10 h 的人工气候箱内。每日镜检死亡数并将死虫取出,连续观察记录 9 d。

1.5 数据统计分析

数据采用统计软件 SPSS 19.0 进行分析。对校正死亡率进行概率值转换后,对浓度(个/mL)或时间(d)的对数作线性回归分析,建立直线回归模型,并分别计算致死中浓度(LC₅₀)和致死中时间(LT₅₀)及其相关系数等。

2 结果与分析

2.1 菌株对 1 龄若虫初期接种的毒力

测定结果表明,扶桑绵粉蚧 1 龄若虫初期接种蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株后,其平均累计校正死亡率随着菌株孢子浓度的增大而增大,并且随着时间

的增加而有不同幅度的增加(表 1)。菌株孢子浓度为 3.0×10⁸个/mL 处理的平均累计校正死亡率最大,接种 9 d 后为(83.72±2.01)%;菌株孢子浓度为 3.0×10⁴个/mL 处理的平均累计校正死亡率最低,接种后 9 d 仅有(45.35±2.01)%。不同浓度分生孢子液在 1 龄若虫初期接种的致死中浓度和致死中时间分别随着时间和浓度的增加而减小,致死中浓度 LC₅₀在接种后 9 d 最小,为 1.486 8×10⁵个/mL(表 2)。致死中时间 LT₅₀在浓度为 3.0×10⁸个/mL 时最少,为 5.21 d(表 3)。

2.2 菌株对 2 龄若虫初期接种的毒力

测定结果表明,扶桑绵粉蚧 2 龄若虫初期接种蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株后,其平均累计校正死亡率均随着浓度和时间的变化与在 1 龄初期接种相似。浓度为 3.0×10⁸个/mL 的处理校正死亡率最大,在接种后 9 d 为(74.42±2.01)%,浓度为 3.0×10⁴个/mL 和 3.0×10⁵个/mL 处理平均累计校正死亡率较低,在接种后 9 d 分别为(56.98±2.01)%和(56.98±4.03)%。整体上,浓度为 3.0×10⁴个/mL 和 3.0×10⁵个/mL、3.0×10⁶个/mL 和 3.0×10⁷个/mL 处理的平均累计校正死亡率差异不显著(表 4)。致死中浓度 LC₅₀随着时间的增大而逐渐减小(表 5),接种后 9 d 仅为 3.661 7×10³个/mL;致死中时间 LT₅₀随着浓度的增大而减少,在浓度为 3.0×10⁸个/mL 时最少,为 5.55 d(表 6)。

表 1 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫初期接种的毒力¹⁾

Table 1 Early days toxicity of *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 1st aged larvae

浓度/(个/mL) Concentration	累计校正死亡率/% Adjusted accumulative mortality rate							
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d
对照 CK	0.00 b	0.00 c	0.00 d	1.11±1.92 d	2.22±1.92 e	3.33±0.00 f	4.44±1.92 e	4.44±1.92 f
3.0×10 ⁴	0.00 b	4.44±3.85 bc	13.33±3.33 c	20.22±1.95 c	28.41±0.00 d	36.78±1.99 e	40.70±0.00 d	45.35±2.01 e
3.0×10 ⁵	0.00 b	5.56±3.85 b	16.67±3.33 bc	24.72±5.15 c	36.36±5.21 c	48.28±5.97 d	52.33±5.33 c	53.49±4.03 d
3.0×10 ⁶	0.00 b	5.56±1.92 b	18.89±1.92 bc	31.46±3.89 b	44.32±5.21 b	55.17±3.45 c	59.30±5.33 b	60.47±4.03 c
3.0×10 ⁷	1.11±1.92 ab	8.89±1.92 b	22.22±5.09 b	33.71±3.89 b	45.45±3.41 b	62.07±0.00 b	63.95±2.01 b	67.44±5.32 b
3.0×10 ⁸	3.33±3.33 a	14.44±3.85 a	28.89±5.09 a	41.57±1.95 a	59.09±3.41 a	77.01±1.99 a	80.23±2.01 a	83.72±2.01 a

1)表中纵列数据(平均值±SE)后字母相同者,表示差异不显著(DMRT, P>0.05,下表同)。

The data within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level (the same as following tables).

表 2 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的致死中浓度

Table 2 The LC₅₀ yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 1st aged larvae

时间/d Time	回归方程 Toxic model	相关系数 r	LC ₅₀ /(个/mL)
5	y=3.492 1+0.151 1x	0.916 8	>3.0×10 ⁸
6	y=3.619 1+0.183 9x	0.931 1	3.228 3×10 ⁷
7	y=3.535 4+0.250 7x	0.966 0	6.950 9×10 ⁵
8	y=3.652 4+0.247 2x	0.951 0	2.827 8×10 ⁵
9	y=3.669 7+0.257 2x	0.943 8	1.486 8×10 ⁵

表 3 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的致死中时间

Table 3 The LT₅₀ yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 1st aged larvae

浓度/(个/mL) Concentration	回归方程 Toxic model	相关系数 r	LT ₅₀ /d
3.0×10 ⁴	y=2.106 8+2.955 4x	0.988 8	>9
3.0×10 ⁵	y=1.697 8+3.718 6x	0.958 9	7.73
3.0×10 ⁶	y=1.631 6+4.010 1x	0.971 1	6.92
3.0×10 ⁷	y=1.909 8+3.826 5x	0.984 5	6.42
3.0×10 ⁸	y=1.894 6+4.333 3x	0.986 9	5.21

表 4 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫初期接种的毒力

Table 4 Early days toxicity of *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 2nd aged larvae

浓度/(个/mL) Concentration	累计校正死亡率/% Adjusted accumulative mortality rate							
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d
对照 CK	0.00 b	0.00 d	0.00 d	1.11±1.92 d	1.11±1.92 d	2.22±1.92 d	4.44±1.92 e	4.44±1.92 d
3.0×10 ⁴	0.00 b	3.33±0.00 c	12.22±1.92 c	20.22±3.89 c	34.83±1.95 c	46.59±1.97 c	52.33±2.01 d	56.98±2.01 c
3.0×10 ⁵	0.00 b	4.44±1.92 c	17.78±1.92 b	28.09±3.89 b	39.33±3.37 c	51.14±3.95 c	54.65±3.49 d	56.98±4.03 c
3.0×10 ⁶	3.33±0.00 a	7.78±1.92 b	20.00±5.77 b	31.46±3.89 b	43.82±1.95 bc	56.82±1.97 bb	61.63±0.00 c	63.95±2.01 b
3.0×10 ⁷	3.33±3.33 a	10.00±3.33 b	22.22±1.92 b	33.71±3.89 b	47.19±3.89 b	60.23±3.94 b	66.28±2.01 b	68.60±3.49 b
3.0×10 ⁸	4.44±1.92 a	13.33±0.00 a	27.78±1.92 a	43.82±1.95 a	57.30±1.95 a	71.59±3.94 a	73.26±2.01 a	74.42±2.01 a

表 5 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的致死中浓度

Table 5 The LC₅₀ yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 2nd aged larvae

时间/d Time	回归方程 Toxic model	相关系数 <i>r</i>	LC ₅₀ /(个/mL)
5	y=3.513 4+0.152 8x	0.902 7	>3.0×10 ⁸
6	y=3.984 9+0.135 0x	0.938 6	3.305 7×10 ⁷
7	y=4.186 0+0.155 0x	0.925 4	1.784 9×10 ⁵
8	y=4.376 8+0.142 9x	0.961 3	2.296 6×10 ⁴
9	y=4.546 7+0.127 2x	0.920 4	3.661 7×10 ³

表 6 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的致死中时间

Table 6 The LT₅₀ yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 2nd aged larvae

浓度/(个/mL) Concentration	回归方程 Toxic model	相关系数 <i>r</i>	LT ₅₀ /d
3.0×10 ⁴	y=1.190 9+4.294 0x	0.990 1	7.71
3.0×10 ⁵	y=1.566 1+3.966 2x	0.971 4	7.34
3.0×10 ⁶	y=1.980 7+3.637 8x	0.989 0	6.76
3.0×10 ⁷	y=2.087 7+3.631 6x	0.984 1	6.34
3.0×10 ⁸	y=2.084 8+3.917 2x	0.989 7	5.55

2.3 菌株对 3 龄若虫初期接种的毒力

测定结果表明,扶桑绵粉蚧龄若虫初期接种蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株后,其平均累计校正死亡率均随着浓度和时间的增加而有不同幅度的增加。菌株分生孢子液浓度为 3.0×10⁸个/mL 处理的扶桑绵粉蚧 3 龄若虫校正死亡率最大,在接种后 9 d 为 (76.74±2.01)%;孢子浓度为 3.0×10⁴个/mL 处

理的 3 龄若虫校正死亡率最低,在接种后 9 d 仅有 (45.35±2.01)%,小于接种后 6 d 时 3.0×10⁸个/mL 处理的平均累计校正死亡率(表 7)。致死中浓度 LC₅₀随着时间的增大而逐渐减小,在接种后 9 d 最小,为 9.817 6×10⁴个/mL(表 8)。致死中时间 LT₅₀随着浓度的增大而减少,在浓度为 3.0×10⁸个/mL 时最少,为 5.44 d(表 9)。

表 7 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫初期接种的毒力

Table 7 Early days toxicity of *V. lecanii* to *P. solenopsis* vaccinated in 3rd aged larvae

浓度/(个/mL) Concentration	累计校正死亡率 Adjusted accumulative mortality rate/%							
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d
对照 CK	0.00 b	0.00 d	1.11±1.92 e	3.33±3.33 e	3.33±3.33 e	4.44±1.92 e	4.44±1.92 e	4.44±1.92 e
3.0×10 ⁴	0.00 b	2.22±1.92 d	8.99±3.37 d	17.24±3.45 d	26.44±1.99 d	37.21±3.49 d	41.86±2.01 d	45.35±2.01 d
3.0×10 ⁵	1.11±1.92 b	5.56±1.92 c	16.85±1.95 c	25.29±3.98 c	37.93±3.45 c	48.84±2.01 c	51.16±3.49 c	53.49±5.33 c
3.0×10 ⁶	2.22±1.92 ab	7.78±1.92 c	21.35±3.89 b	33.33±5.27 b	45.98±3.98 b	58.14±6.04 b	63.95±5.33 b	63.95±5.33 b
3.0×10 ⁷	4.44±1.92 a	11.11±1.92 b	22.47±0.00 b	33.33±1.99 b	47.13±1.99 b	61.63±0.00 b	67.44±2.01 b	69.77±2.01 b
3.0×10 ⁸	4.44±1.92 a	14.44±1.92 a	28.09±1.95 a	44.83±3.45 a	58.62±3.45 a	73.26±2.01 a	75.58±0.00 a	76.74±2.01 a

表 8 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫的致死中浓度

Table 8 The LC₅₀ yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 3rd aged larvae

时间/d Time	回归方程 Toxic model	相关系数 <i>r</i>	LC ₅₀ /(个/mL)
5	y=3.260 3+0.187 8x	0.917 0	>3.0×10 ⁸
6	y=3.568 4+0.193 4x	0.946 3	2.525 1×10 ⁷
7	y=3.714 2+0.222 2x	0.963 2	6.119 0×10 ⁵
8	y=3.827 5+0.222 0x	0.967 6	1.912 2×10 ⁵
9	y=3.938 2+0.212 7x	0.963 6	9.817 6×10 ⁴

表 9 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫的致死中时间

Table 9 The LT₅₀ yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in 3rd aged larvae

浓度/(个/mL) Concentration	回归方程 Toxic model	相关系数 <i>r</i>	LT ₅₀ /d
3.0×10 ⁴	y=1.420 4+3.735 1x	0.981 4	>9
3.0×10 ⁵	y=1.920 4+3.453 9x	0.974 1	7.79
3.0×10 ⁶	y=2.141 8+3.492 7x	0.975 2	6.58
3.0×10 ⁷	y=2.298 6+3.485 6x	0.962 1	5.96
3.0×10 ⁸	y=1.957 9+4.135 6x	0.993 0	5.44

2.4 菌株对雌成虫初期接种的毒力

测定结果表明,扶桑绵粉蚧 1 龄若虫初期接种蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株后,其平均累计校正死亡率均随着浓度和时间的增加而增加。浓度为 3.0×10^8 个/mL 的处理校正死亡率最大,在接种后 9 d 为 $(85.37 \pm 3.66)\%$ 。浓度为 3.0×10^4 个/mL 的处理校正死亡率最低,在接种后 9 d 仅有 $(50.00 \pm 8.45)\%$,各

处理浓度在接种后 9 d 平均累计校正死亡率均在 50% 以上(表 10)。这表明在成虫期接种,蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株对扶桑绵粉蚧具有较高的毒力。致死中浓度 LC_{50} 随着时间的增大而逐渐减小,在接种后 9 d 最小,为 $2.796 0 \times 10^4$ 个/mL(表 11)。致死中时间 LT_{50} 随着浓度的增大而减少,在浓度为 3.0×10^8 个/mL 时最少,为 4.87 d(表 12)。

表 10 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧雌成虫初期接种的毒力

Table 10 Early days toxicity of *V. lecanii* to *P. solenopsis* vaccinated in adult

浓度/(个/mL) Concentration	累计校正死亡率/% Adjusted accumulative mortality rate							
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d
对照 CK	0.00 b	0.00 d	0.00 c	1.11±1.92 d	3.33±3.33 d	5.56±1.92 e	6.67±3.33 e	8.89±1.92 e
3.0×10^4	2.22±1.92 ab	4.44±3.85 c	15.56±5.09 b	22.47±3.37 c	29.89±7.18 c	37.65±5.39 d	46.43±6.18 d	50.00±8.45 d
3.0×10^5	2.22±1.92 ab	4.44±1.92 c	16.67±0.00 b	26.97±1.95 bc	40.23±1.99 b	54.12±3.53 c	59.52±5.46 c	63.41±8.45 c
3.0×10^6	3.33±0.00 ab	10.00±0.00 b	18.89±1.92 b	31.46±5.15 b	44.83±3.45 b	58.82±2.04 bc	64.29±3.57 c	65.85±3.66 bc
3.0×10^7	3.33±3.33 ab	11.11±3.85 ab	25.56±5.09 a	39.33±5.84 a	51.72±3.45 ab	64.71±3.53 b	72.62±4.12 b	74.39±6.34 ab
3.0×10^8	4.44±1.92 a	14.44±1.92 a	27.78±3.85 a	42.70±3.37 a	58.62±3.45 a	72.94±5.39 a	82.14±3.57 a	85.37±3.66 a

表 11 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧成虫的致死中浓度

Table 11 The LC_{50} yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in adult

时间/d Time	回归方程 Toxic model	相关系数 <i>r</i>	LC_{50} /(个/mL)
5	$y=3.570 4+0.149 1x$	0.905 8	$>3.0 \times 10^8$
6	$y=3.705 7+0.179 7x$	0.929 4	$1.594 3 \times 10^7$
7	$y=3.813 6+0.214 2x$	0.932 6	$3.457 4 \times 10^5$
8	$y=3.858 6+0.239 5x$	0.944 8	$5.831 3 \times 10^4$
9	$y=3.914 6+0.244 1x$	0.919 5	$2.796 0 \times 10^4$

表 12 蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株分生孢子液对扶桑绵粉蚧成虫的致死中时间

Table 12 The LT_{50} yield from *V. lecanii* KMZW-1 conidium to *P. solenopsis* vaccinated in adult

浓度/(个/mL) Concentration	回归方程 Toxic model	相关系数 <i>r</i>	LT_{50} /d
3.0×10^4	$y=2.194 4+2.946 9x$	0.971 1	8.95
3.0×10^5	$y=1.715 2+3.864 6x$	0.977 2	7.07
3.0×10^6	$y=2.002 0+3.663 4x$	0.992 1	6.58
3.0×10^7	$y=2.026 7+3.882 4x$	0.981 2	5.83
3.0×10^8	$y=2.216 8+4.046 4x$	0.956 3	4.87

3 讨 论

本试验测定了在各龄初期接种蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株不同浓度分生孢子液对扶桑绵粉蚧的毒力。结果表明,蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株对不同虫态的扶桑绵粉蚧均有侵染能力,在虫体接种蜡蚧轮枝菌孢子液后 2 d 就有少数虫体死亡。这些死亡的虫体中一部分经保湿培养并没有产生菌丝,这可能是真菌在代谢的过程中,产生的代谢产物具有杀虫活性。接种后 9 d,扶桑绵粉蚧各虫态的累计校正死亡率逐渐稳定,在各龄期对蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 敏感性由高到低为 2 龄若虫、成虫、3 龄若虫、1 龄若虫,这可能是由于扶桑绵粉蚧各龄期的生理情况存在差异,其抗侵染能力也各不同而造成的差异。在各虫态初期接种蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株的分生孢子液,均在 3.0×10^8 个/mL 时对扶桑绵粉蚧的毒力最高。在各个虫态初期接种不同孢子液处理结果表明,累计校正死亡率随着浓度的增加而

增加且致死中时间均随着浓度的增加而减少,因此,在实际防治中宜采用较高孢子液浓度。蜡蚧轮枝菌侵染扶桑绵粉蚧后,死亡的虫体不易从寄主植物枝条上掉落,菌丝会穿出表皮产生分生孢子粉,而扶桑绵粉蚧具有群集习性^[12],这将有利于病原菌的传播侵染,从而达到更广泛、更长久的防治作用。

蜡蚧轮枝菌可寄生多种害虫,是重要的生防菌,但是不同菌株对同种昆虫的致病力表现出较大差异。彭国良等^[13]对蜡蚧轮枝菌侵入蚜虫过程中的蛋白酶和几丁质酶的作用进行了研究,结果表明不同菌株间这 2 种酶活性的大小和变化是有差异的。李国霞等^[14]选用北京地区蜡蚧轮枝菌 11 个单孢分离菌株对温室白粉虱 2 龄若虫的毒力进行了测定,结果表明这 11 个单孢菌株对温室白粉虱若虫的毒力存在显著差异。陈宇平等^[15]将从蜡蚧轮枝菌致死梨绒蚧虫体上分离的菌株作为新株系对梨绒蚧进行了毒力测定,结果表明新株系的毒力显著高于原株系。蜡蚧轮枝菌是国内应用最广的昆虫病原真菌,但应用于大规模防治有效果缓慢且不稳定等缺

点。此外,扶桑绵粉蚧的体表被有蜡粉层,对真菌的侵染会造成阻碍,因此,为筛选针对性较好、毒性较强的菌株,应对不同菌株对扶桑绵粉蚧的毒力进行深入研究,以增强蜡蚧轮枝菌对扶桑绵粉蚧体表蜡层的穿透性,从而提高防治效果。

参 考 文 献

- [1] 武三安,张润志. 威协棉花生产的外来入侵新害虫——扶桑绵粉蚧[J]. 昆虫学报, 2009, 46(1): 159-162.
- [2] 张润志,王福祥. 扶桑绵粉蚧(棉花粉蚧)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [3] 马俊,胡学难,彭正强,等. 基于 CLIMEX 模型的扶桑绵粉蚧在中国潜在地理分布预测[J]. 植物检疫, 2011, 25(1): 5-8.
- [4] ARIF M I, RAFIQ M, GHAFFAR A. Host plant of cotton mealybug (*Phenacoccus solenopsis*): a new menace to cotton agroecosystem of Punjab [J]. International Journal of Agriculture and Biology, 2009, 11(2): 163-167.
- [5] 陈军,郭跃华,黄河征,等. 5 种药剂对入侵新害虫扶桑绵粉蚧的防治效果[J]. 广西植保, 2010, 23(3): 22-24.
- [6] 胡学难,马骏,周健勇,等. 6 种化学农药及其复配对扶桑绵粉蚧的室内毒力测定[J]. 植物检疫, 2010, 24(3): 26-28.
- [7] 袁盛勇,孔琼,薛春丽,等. 蜡蚧轮枝菌 MZ041024 菌株对棕榈蓟马的毒力测定[J]. 华中农业大学学报, 2010, 29(5): 560-563.
- [8] NIKAM N D, PATEL B H, KORAT D M. Laboratory and field efficacy of selected insecticides against mealy bug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley infesting cotton [J]. Karnataka Journal of Agriculture Sciences, 2010, 23(5): 712-715.
- [9] SAHITO A H, ABRO H G, SYED S T, et al. Screening of pesticides against cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley and its natural enemies on cotton crop [J]. International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics, 2011, 1(9): 232-236.
- [10] 黄芳,张蓬军,章金明,等. 三种寄主植物对扶桑绵粉蚧发育和繁殖的影响[J]. 植物保护, 2011, 37(4): 58-62.
- [11] 朱艺勇,黄芳,吕要斌. 扶桑绵粉蚧生物学特性研究[J]. 昆虫学报, 2011, 54(2): 246-252.
- [12] 魏婷,刘慧,欧高财,等. 扶桑绵粉蚧部分行为学的初步研究[J]. 作物研究, 2010, 24(3): 358-360.
- [13] 彭国良,薛皎亮,刘卫敏,等. 蜡蚧轮枝菌入侵蚧虫表皮过程中蛋白酶和几丁质酶的作用[J]. 应用与环境生物学报, 2009, 15(2): 220-225.
- [14] 李国霞,严毓骅,王丽英. 蜡蚧轮枝菌 11 个单孢菌株的生物学及其对温室白粉虱致病性的比较和筛选[J]. 中国农业大学学报, 1996, 1(1): 83-88.
- [15] 陈宇平,冯镇泰,张红艳,等. 蜡蚧轮枝菌的新株系(*Lecanicillium lecanii*-01ET)对介壳虫的毒力测定[J]. 中国植保导刊, 2012(2): 16-20.

Toxicity bioassay of *Verticillium lecanii* (Zimm) KMZW-1 against *Phenacoccus solenopsis* Tinsley

YAN Peng-fei¹ SUN Yue-xian¹ DENG Yu-liang²
YUAN Sheng-yong³ WU Guo-xing¹ ZHANG Hong-rui¹

1. Plant Protection College, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
2. Xishuangbanna Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Jinghong 666100, China;
3. College of Life Science and Technology, Honghe University, Mengzi 661100, China

Abstract The toxicity bioassay of *Verticillium lecanii* (Zimm) KMZW-1 to *Phenacoccus solenopsis* Tinsley under five different concentrations ranged 3.0×10^4 , 3.0×10^5 , 3.0×10^6 , 3.0×10^7 , 3.0×10^8 spores/mL was studied in laboratory by topical application, when the 1st, 2nd and 3rd larvae and the female adults were vaccinated respectively. The results indicated that the virulence of *V. lecanii* KMZW-1 to *P. solenopsis* was high. The accumulative mortality gradually increased with the increase of the concentration, and is highest at the concentration of 3.0×10^8 spores/mL. The accumulative mortality of vaccinated female adults was higher than the vaccinated larvae. The highest median lethal concentration of 1st, 2nd and 3rd and adult in 9th day were 1.4868×10^5 , 3.6617×10^3 , 9.8176×10^4 , 2.7960×10^4 spores/mL respectively, and the median lethal time were 5.21, 5.55, 5.44, 4.87 d respectively.

Key words *Verticillium lecanii* (Zimm); *Phenacoccus solenopsis* Tinsley; virulence