

球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧致病力的测定

袁盛勇^{1,2} 孔 琼^{1,2} 沈登荣^{1,2} 张宏瑞³
陈 斌³ 薛春丽^{1,2} 张红艳¹ 丁 丽¹

1.红河学院生命科学与技术学院,蒙自 661199;

2.云南省高校农作物优质高效栽培与安全控制重点实验室,蒙自 661199; 3.云南农业大学植物保护学院,昆明 650201

摘要 采用点滴法测定了球孢白僵菌 MZ041016 菌株在 2.0×10^5 、 2.0×10^6 、 2.0×10^7 和 2.0×10^8 个/mL 4 个浓度的分生孢子液对扶桑绵粉蚧(*Phenacoccus solenopsis* Tinsley)若虫和成虫的致病力。结果表明:球孢白僵菌 MZ041016 菌株对扶桑绵粉蚧具有很强的致病性,在分生孢子液 2.0×10^8 个/mL 浓度时对若虫和成虫的致病力最强。扶桑绵粉蚧 1 龄、2 龄、3 龄若虫和雌成虫的致死中浓度分别为 $(2.10 \pm 0.06) \times 10^6$ 、 $(2.43 \pm 0.06) \times 10^6$ 、 $(3.20 \pm 0.06) \times 10^6$ 、 $(3.54 \pm 0.06) \times 10^6$ 个/mL,致死中时间分别为 (4.52 ± 0.17) 、 (5.34 ± 0.51) 、 (6.12 ± 0.35) 、 (6.48 ± 0.32) d。

关键词 球孢白僵菌;扶桑绵粉蚧;致病力

中图分类号 S 482.3⁺9 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2015)04-0027-04

球孢白僵菌(*Beauveria bassiana* Vuillemin)是最早发现的重要昆虫病原真菌,对昆虫致病机制独特,白僵菌对环境相对安全,与昆虫的其他天敌微生物相比具有无抗药性、安全无残留、高选择性的特点,已应用于防治多种害虫^[1]。扶桑绵粉蚧(*Phenacoccus solenopsis* Tinsley)是近年发现入侵中国的刺吸式害虫,且具有高风险性^[2-3]。截至 2010 年扶桑绵粉蚧已在中国 9 个省(市)80 个县发生^[4]。Wang 等^[5]在室内利用南瓜饲养研究扶桑绵粉蚧不同温度下的发育历期和生命表;Ali 等^[6]研究了湿度和温度对扶桑绵粉蚧生物学特性的影响;Prasad 等^[7]研究了温度对扶桑绵粉蚧在棉花上的发育、存活以及繁殖的影响;丁吉同等^[8]选用 5.7% 氟氯氢菊酯乳油等 7 种化学杀虫剂进行防治试验;闫鹏飞等^[9]利用蜡蚧轮枝菌对扶桑绵粉蚧不同虫态进行了毒力测定,并取得较好效果。本试验利用球孢白僵菌 MZ041016 菌株对扶桑绵粉蚧进行致病性测定,旨在为生物防治扶桑绵粉蚧提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试菌种:球孢白僵菌 MZ041016 菌种保存于

红河学院生命科学与技术学院,菌种经复壮和扩繁后待用。供试虫源:扶桑绵粉蚧采自云南省富宁县,并在室内隔离饲养,以扶桑枝条繁殖种群,扩繁的后代种群即为试虫。

1.2 分生孢子液的制备

将复壮、扩繁后的球孢白僵菌 MZ041016 菌株用 PDA 培养基在 26℃ 下培养 10 d 后,将其分生孢子洗落后用无菌水过滤。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。

1.3 菌株对扶桑绵粉蚧致病力的测定

将菌株分生孢子液稀释成 4 个处理浓度(孢子数量/mL,下同): 2.0×10^5 、 2.0×10^6 、 2.0×10^7 、 2.0×10^8 个/mL,并用无菌水加 0.05% 吐温-80 作为对照,每个浓度 3 个重复,每个重复 30 头虫。挑选长势一致,孵化或蜕皮后约 24 h 的扶桑绵粉蚧 1 龄若虫、2 龄若虫、3 龄若虫和雌成虫供试。

采用点滴法,将孢子液按每头 1 μ L 接种到扶桑绵粉蚧各龄的虫体上,待虫体表面晾干后,再将虫转移到扶桑枝条上(采摘干净无毒的扶桑嫩梢并用浸湿的棉花团保湿,作为接种后扶桑绵粉蚧的食物来

源),放入锥形瓶中,用保鲜膜封口并用微针扎细小孔透气,置于温度 26℃、光照周期 L/D=14/10 h、相对湿度 75%的人工气候箱中培养,连续观察 8 d。每天定时记录成虫死亡数,并将死亡的虫体挑出保湿培养,观察是否为被真菌感染致死。

1.4 数据分析

采用 SPSS13.0 处理试验数据,根据校正死亡率计算出虫体死亡与处理浓度的关系,并作线性回归分析,求出直线回归方程 $y=a+bx$,其中 y 为扶桑绵粉蚧的校正死亡率值, x 为浓度对数值,再分别计算剂量效应的致死中浓度(median lethal concentration, LC_{50})、致死中时间(median lethal time,

LT_{50})和相关系数(r)等。

2 结果与分析

2.1 球孢白僵菌对 1 龄若虫的致病力

测定结果表明:接种 8 d 后在 2.0×10^8 个/mL 浓度下球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的致病性最强,累计校正死亡率为 $(82.38\pm8.35)\%$,其他 3 个浓度处理对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的校正死亡率依次为 $(73.76\pm9.81)\%$ 、 $(58.19\pm7.43)\%$ 和 $(49.85\pm5.16)\%$;扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的致死中浓度为 $(2.10\pm0.06)\times10^6$ 个/mL,致死中时间为 (4.52 ± 0.17) d(表 1,表 2)。

表 1 球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的致病力¹⁾

Table 1 Toxicity of *B. bassiana* to 1st instar larvae of *Phenacoccus solenopsis*

浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	平均累计校正死亡率/% Adjusted accumulative mortality rate						
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d
对照(CK)	0.00 a	0.00 a	0.00 a	(1.11±1.11) a	(2.22±1.33) a	(3.33±1.43) a	(4.47±2.18) a
2.0×10^5	(3.33±0.00) b	(13.41±1.17) b	(17.82±1.26) b	(25.67±3.49) b	(35.49±5.52) b	(42.35±4.86) b	(49.85±5.16) b
2.0×10^6	(4.33±1.18) b	(16.79±2.39) b	(21.57±3.71) b	(32.59±7.34) bc	(41.98±4.73) bc	(50.28±5.92) bc	(58.19±7.43) bc
2.0×10^7	(6.56±1.37) b	(13.25±3.76) b	(23.28±4.84) b	(36.76±5.37) c	(47.66±6.78) c	(55.03±6.24) c	(73.76±9.81) c
2.0×10^8	(12.11±1.62) c	(26.59±4.54) c	(42.91±3.91) c	(56.39±6.28) d	(68.78±5.92) d	(73.56±7.54) d	(82.38±8.35) d

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 球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的致死中浓度和致死中时间

Table 2 LC_{50} and LT_{50} of *B. bassiana* to 1st instar larvae of *Phenacoccus solenopsis*

时间/d Time	回归方程 Regression equation	LC_{50} /(个/mL)	浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	回归方程 Regression equation	LT_{50} /d
5	$y=2.8678+0.2636x(r=0.9388)$	$(2.23\pm0.06)\times10^8$ a	2.0×10^5	$y=2.4636+2.7812x(r=0.9906)$	(7.17 ± 0.54) a
6	$y=3.0906+0.2745x(r=0.9435)$	$(2.10\pm0.06)\times10^7$ b	2.0×10^6	$y=2.2903+3.2159x(r=0.9960)$	(6.96 ± 0.28) b
7	$y=3.3375+0.2660x(r=0.9549)$	$(1.78\pm0.06)\times10^7$ c	2.0×10^7	$y=2.2588+3.4029x(r=0.9964)$	(5.39 ± 0.62) c
8	$y=3.4662+0.2793x(r=0.9463)$	$(2.10\pm0.06)\times10^6$ cd	2.0×10^8	$y=2.6472+2.6014x(r=0.9989)$	(4.52 ± 0.17) d

2.2 球孢白僵菌对 2 龄若虫的致病力

球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的致病力测定结果表明:在接种初期,2 龄若虫的死亡率相对较低,同时低浓度的死亡率比高浓度的低;球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的致病力最强是接种 8 d 后在 2.0×10^8 个/mL 浓度下,累计校正死亡率是 $(78.79\pm8.14)\%$, 2.0×10^8 个/mL 浓度下校正死亡

率最低是 $(46.86\pm4.77)\%$;接种 5~8 d 后扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的致死中浓度分别是 $(2.46\pm0.06)\times10^8$ 、 $(2.25\pm0.06)\times10^7$ 、 $(1.90\pm0.06)\times10^7$ 、 $(2.43\pm0.06)\times10^6$ 个/mL; $2.0\times10^5\sim2.0\times10^8$ 个/mL 浓度下 2 龄若虫的致死中时间分别是 (7.69 ± 0.37) 、 (7.01 ± 0.44) 、 (5.77 ± 0.75) 、 (5.34 ± 0.51) d(表 3,表 4)。

表 3 球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的致病力

Table 3 Toxicity of *B. bassiana* to 2nd instar larvae of *Phenacoccus solenopsis*

浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	平均累计校正死亡率/% Adjusted accumulative mortality rate						
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d
对照(CK)	0.00 a	0.00 a	0.00 a	(1.11±1.11) a	(2.22±1.11) a	(3.33±1.11) a	(5.56±1.36) a
2.0×10^5	(0.00±0.00) a	(7.11±1.11) b	(18.79±1.26) b	(24.67±4.69) b	(37.37±4.26) b	(43.58±2.36) b	(46.86±4.77) b
2.0×10^6	(4.44±1.72) b	(12.71±1.56) b	(23.82±1.36) b	(31.64±3.53) b	(40.78±3.57) b	(48.93±5.24) b	(57.84±7.16) c
2.0×10^7	(8.78±1.25) bc	(16.86±1.87) c	(31.76±3.74) c	(42.86±7.75) c	(48.82±6.94) c	(60.74±8.14) c	(69.37±6.43) d
2.0×10^8	(10.83±1.49) c	(21.64±2.13) d	(33.79±4.08) c	(44.68±7.37) c	(55.49±6.27) c	(64.42±5.35) c	(78.79±8.14) e

表 4 球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的致死中浓度和致死中时间						
Table 4 LC ₅₀ and LT ₅₀ of <i>B. bassiana</i> to 2nd aged larvae of <i>Phenacoccus solenopsis</i>						
时间/d Time	回归方程 Regression equation	LC ₅₀ /(个/mL)	浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	回归方程 Regression equation	LT ₅₀ /d	
5	$y=3.5147+0.1674x(r=0.976\ 1)$	$(2.46\pm0.06)\times10^8\ a$	2.0×10^5	$y=1.9989+3.3872x(r=0.900\ 0)$	$(7.69\pm0.37)\ a$	
6	$y=3.8772+0.1495x(r=0.985\ 5)$	$(2.25\pm0.06)\times10^7\ b$	2.0×10^6	$y=2.3121+3.1782x(r=0.999\ 0)$	$(7.01\pm0.44)\ b$	
7	$y=3.8676+0.1843x(r=0.974\ 5)$	$(1.90\pm0.06)\times10^7\ c$	2.0×10^7	$y=2.4846+3.3053x(r=0.996\ 4)$	$(5.77\pm0.75)\ c$	
8	$y=3.5863+0.2601x(r=0.996\ 0)$	$(2.43\pm0.06)\times10^6\ d$	2.0×10^8	$y=2.5441+3.3754x(r=0.994\ 6)$	$(5.34\pm0.51)\ d$	

2.3 球孢白僵菌对 3 龄若虫的致病力

球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫的致病力测定结果表明：接种后 2 d 若虫开始死亡,5 d 后其死亡率明显上升,并且随着接种时间和浓度的增加,累

计校正死亡率也逐渐增加,最大累计校正死亡率为(78.94±8.57)%;孢白僵菌对 3 龄若虫的致死终浓度为(3.20±0.06) 个/mL,致死中时间为(6.12±0.35) d(表 5,表 6)。

表 5 球孢白僵菌对 3 龄若虫的致病力							
Table 5 Toxicity of <i>B. bassiana</i> to 3rd instar larvae of <i>Phenacoccus solenopsis</i>							
浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	平均累计校正死亡率/% Adjusted accumulative mortality rate						
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d
对照(CK)	0.00 a	0.00 a	$(2.22\pm1.11)\ a$	$(2.22\pm1.11)\ a$	$(3.33\pm1.11)\ a$	$(4.44\pm1.72)\ a$	$(4.44\pm1.72)\ a$
2.0×10^5	$(1.11\pm0.00)\ a$	$(7.78\pm1.11)\ b$	$(11.98\pm2.45)\ b$	$(27.53\pm1.94)\ b$	$(35.37\pm5.17)\ b$	$(41.79\pm8.72)\ b$	$(48.89\pm6.49)\ b$
2.0×10^6	$(2.22\pm1.11)\ a$	$(6.67\pm1.43)\ b$	$(12.63\pm4.12)\ b$	$(34.83\pm3.71)\ bc$	$(42.63\pm4.93)\ b$	$(54.83\pm5.44)\ b$	$(62.96\pm5.73)\ b$
2.0×10^7	$(2.22\pm1.39)\ a$	$(8.69\pm1.36)\ b$	$(15.97\pm2.81)\ bc$	$(37.65\pm4.27)\ bc$	$(46.99\pm5.38)\ b$	$(57.68\pm4.13)\ bc$	$(72.68\pm9.24)\ b$
2.0×10^8	$(5.56\pm1.27)\ b$	$(12.76\pm1.84)\ c$	$(19.68\pm1.93)\ c$	$(41.69\pm5.83)\ c$	$(55.98\pm9.64)\ c$	$(68.98\pm7.29)\ c$	$(78.94\pm8.57)\ c$

表 6 球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫的致死中浓度和致死中时间						
Table 6 LC ₅₀ and LT ₅₀ of <i>B. bassiana</i> to 3rd instar larvae of <i>Phenacoccus solenopsis</i>						
时间/d Time	回归方程 Regression equation	LC ₅₀ /(个/mL)	浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	回归方程 Regression equation	LT ₅₀ /d	
5	$y=3.9548+0.0716x(r=0.968\ 7)$	$(2.74\pm0.06)\times10^8\ a$	2.0×10^5	$y=1.8940+3.3983x(r=0.994\ 7)$	$(7.72\pm0.64)\ a$	
6	$y=4.0677+0.1007x(r=0.946\ 8)$	$(2.42\pm0.06)\times10^8\ a$	2.0×10^6	$y=1.8725+3.5733x(r=0.997\ 5)$	$(7.50\pm0.27)\ a$	
7	$y=4.1097+0.1288x(r=0.959\ 0)$	$(2.09\pm0.06)\times10^7\ b$	2.0×10^7	$y=1.8259+3.7128x(r=0.999\ 1)$	$(7.16\pm0.58)\ a$	
8	$y=4.0237+0.1730x(r=0.979\ 3)$	$(3.20\pm0.06)\times10^6\ c$	2.0×10^8	$y=1.9597+3.8628x(r=0.985\ 4)$	$(6.12\pm0.35)\ a$	

2.4 球孢白僵菌对雌成虫的致病力

球孢白僵菌对成虫的致病力测定结果表明：在高浓度 2.0×10^8 个/mL 下成虫的累计校正死亡率为(74.69±0.32) d(表 7,表 8)。

8.26)%，在 2.0×10^5 个/mL 下校正死亡率为(45.42±3.27)%;孢白僵菌对成虫的致死中浓度为(3.54±0.06) $\times10^6$ 个/mL,致死中时间为(6.48±0.32) d(表 7,表 8)。

表 7 球孢白僵菌对成虫的致病力							
Table 7 Toxicity of <i>B. bassiana</i> to adult of <i>Phenacoccus solenopsis</i>							
浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	平均累计校正死亡率/% Adjusted accumulative mortality rate						
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d
对照(CK)	0.00 a	0.00 a	0.00 a	$(1.11\pm1.11)\ a$	$(2.22\pm1.11)\ a$	$(4.44\pm1.72)\ a$	$(5.56\pm1.49)\ a$
2.0×10^5	0.00 a	$(2.22\pm1.11)\ b$	$(5.56\pm1.49)\ b$	$(17.45\pm1.29)\ b$	$(21.73\pm3.57)\ b$	$(38.57\pm3.58)\ b$	$(45.42\pm3.27)\ b$
2.0×10^6	$(2.22\pm1.11)\ bc$	$(5.56\pm1.49)\ b$	$(12.57\pm1.57)\ bc$	$(29.56\pm3.77)\ c$	$(35.97\pm6.16)\ bc$	$(47.86\pm7.14)\ b$	$(59.79\pm5.23)\ c$
2.0×10^7	$(2.22\pm0.87)\ bc$	$(9.67\pm1.63)\ bc$	$(16.45\pm2.29)\ c$	$(42.89\pm2.23)\ c$	$(43.68\pm4.87)\ c$	$(59.26\pm4.57)\ b$	$(67.42\pm7.54)\ cd$
2.0×10^8	$(4.44\pm1.72)\ c$	$(12.84\pm2.17)\ c$	$(21.00\pm3.92)\ d$	$(41.67\pm7.35)\ d$	$(54.92\pm6.13)\ d$	$(67.53\pm4.19)\ c$	$(74.69\pm8.26)\ d$

表 8 球孢白僵菌对扶桑绵粉蚧成虫的致死中浓度和致死中时间						
Table 8 LC ₅₀ and LT ₅₀ of <i>B. bassiana</i> to adult of <i>Phenacoccus solenopsis</i>						
时间/d Time	回归方程 Regression equation	LC ₅₀ /(个/mL)	浓度/(个/mL) Concentration (spores per mL)	回归方程 Regression equation	LT ₅₀ /d	
5	$y=2.7065+0.2200x(r=0.985\ 5)$	$(2.87\pm0.06)\times10^8\ a$	2.0×10^5	$y=0.5398+4.5281x(r=0.974\ 1)$	$(9.66\pm1.21)\ a$	
6	$y=3.2779+0.1862x(r=0.958\ 1)$	$(2.66\pm0.06)\times10^8\ a$	2.0×10^6	$y=1.9717+3.1302x(r=0.997\ 9)$	$(8.28\pm0.64)\ a$	
7	$y=3.4976+0.1851x(r=0.942\ 5)$	$(2.31\pm0.06)\times10^7\ b$	2.0×10^7	$y=1.9009+3.3964x(r=0.999\ 1)$	$(7.27\pm0.59)\ a$	
8	$y=3.3624+0.2356x(r=0.958\ 4)$	$(3.54\pm0.06)\times10^6\ c$	2.0×10^8	$y=2.0455+3.6402x(r=0.995\ 3)$	$(6.48\pm0.32)\ a$	

3 讨 论

本试验测定了球孢白僵菌 MZ041016 菌株不同浓度分生孢子液对扶桑绵粉蚧的致病性。结果表明:该菌株对扶桑绵粉蚧的若虫和成虫均有致病性,若虫和成虫在接种分生菌孢子液后 2 d 就出现虫体死亡,随着接种后时间的延续,不同浓度下的若虫和成虫的死亡率逐渐增加,致死中浓度逐渐减小;在相同时间内死亡率随着分生孢子浓度的增加,累计校正死亡率也逐渐增加,致死中时间则随着分生孢子浓度的增大而减小。总之,球孢白僵菌 MZ041016 菌株对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的致病性最强,达到 $(82.38\pm 8.35)\%$,其次是 2 龄若虫和 3 龄若虫,对成虫致病性相对较弱,但仍达到 $(74.69\pm 8.26)\%$ 。这可能是因为扶桑绵粉蚧低龄若虫的抗性相对较差,而高龄若虫和成虫体表附有蜡层,对球孢白僵菌 MZ041016 菌株分生孢子的侵入有一定阻碍作用。

参 考 文 献

[1] 魏萍,王恒玺.球孢白僵菌对不同龄期棉蚜的毒力测定[J].

山东农业科学,2014,46(3):86-87,92.
[2] 武三安,张润志.威胁棉花生产的外来入侵新害虫扶桑绵粉蚧[J].昆虫知识,2009,46(1):159-162.
[3] 王艳平,武三安,张润.入侵害虫扶桑绵粉蚧在中国的风险分析[J].昆虫知识,2009,46(1):101-106.
[4] 黄奎,胡文兰.富宁县扶桑绵粉蚧发生现状及防控对策[J].生物灾害科学,2012,35(3):303-307.
[5] WANG Y, XU Z, ZHANG L, et al. Developmental duration and life table of the laboratory population of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) fed on pumpkin at different temperatures [J].Acta Entomol,2012,55:77-83.
[6] ALI A, HAMEED A, SALEEM M, et al. Effect of temperature and relative humidity on the biology of cotton mealybug (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley) [J].Agric Biol,2012,50:89-101.
[7] PRASAD Y G, PRABHAKAR M, SREEDEVI G, et al. Effect of temperature on development, survival and reproduction of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton [J].Crop Protect,2012,39:81-88.
[8] 丁吉同,阿地力,沙塔尔,等.7 种药剂对扶桑绵粉蚧的室内毒力测定[J].新疆农业大学学报,2013,36(6):484-488.
[9] 闫鹏飞,孙跃先,邓裕亮,等.蜡蚧轮枝菌 KMZW-1 菌株对扶桑绵粉蚧的毒力测定[J].华中农业大学学报,2013,32(4):38-42.

Virulence measurement of *Beauveria bassiana* strain to *Phenacoccus solenopsis* Tinsley

YUAN Sheng-yong^{1,2} KONG Qiong^{1,2} SHEN Deng-rong^{1,2} ZHANG Hong-rui³
CHEN Bin³ XUE Chun-li^{1,2} ZHANG Hong-yan¹ DING Li¹

1.College of Life Science and Technology, Honghe University, Mengzi 661199, China ;
2.Key Laboratory of Crop High Quality and Efficient Cultivation and Security Control of College in Yunnan Province, Honghe University, Mengzi 661199, China ;
3.College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

Abstract The toxicity bioassay of *Beauveria bassiana* Vuillemin MZ041016 to *Phenacoccus solenopsis* Tinsley during four different concentrations on 2.0×10^5 , 2.0×10^6 , 2.0×10^7 , 2.0×10^8 spores per mL was measured by topical application in laboratory, and 1st, 2nd, 3rd of larvae and female adults of *P. solenopsis* were vaccinated respectively. The results indicated that the virulence of *B. bassiana* MZ041016 to *P. solenopsis* was high. The accumulative mortality was highest in concentration of 2.0×10^8 spores per mL. The median lethal concentration of 1st, 2nd, 3rd of larvae and adults of the *P. solenopsis* was $(2.10\pm 0.06)\times 10^6$, $(2.43\pm 0.06)\times 10^6$, $(3.20\pm 0.06)\times 10^6$, $(3.54\pm 0.06)\times 10^6$ spores per mL respectively; the median lethal time was (4.52 ± 0.17) , (5.34 ± 0.51) , (6.12 ± 0.35) , (6.48 ± 0.32) d respectively.

Key words *Beauveria bassiana* Vuillemin; *Phenacoccus solenopsis* Tinsley; virulence

(责任编辑:陈红叶)