

文章编号: 1000-5692(2000)04-0410-04

# 绿僵菌和白僵菌侵染马尾松毛虫试验比较

江英成

(福建省上杭县林业委员会 森林病虫害防治检疫站, 福建 上杭 364200)

**摘要:** 在室内, 就绿僵菌和白僵菌对马尾松毛虫的毒力进行比较。结果表明, 供试的绿僵菌和白僵菌菌株在室内对马尾松毛虫 3~4 龄幼虫的毒力相当。在 25 °C 时, 绿僵菌的致死中浓度为  $6.38 \times 10^8$  个  $L^{-1}$ , 致死中时为 8.60~15.19 d; 白僵菌的致死中浓度为  $5.06 \times 10^8$  个  $L^{-1}$ , 致死中时为 7.80~14.79 d (在孢子为  $1.0 \times 10^{11} \sim 1.0 \times 10^7$  个  $L^{-1}$  浓度下)。试验还显示, 与白僵菌相比, 绿僵菌具有较强的耐高温和耐旱能力。在高温低湿的条件下绿僵菌的杀虫效果优于白僵菌。因此, 绿僵菌在防治松毛虫上可能具有较大的应用价值。表 7 参 11

**关键词:** 绿僵菌; 白僵菌; 马尾松毛虫; 毒力测定; 孢子萌发; 生物防治

**中图分类号:** S763.3 **文献标识码:** A

松毛虫是我国主要的森林害虫。白僵菌防治松毛虫已成为一种主要的防治手段<sup>[1,2]</sup>。绿僵菌属广谱性虫生真菌。在国外, 应用绿僵菌防治害虫的面积超过白僵菌, 其防治效果也可与白僵菌媲美。在巴西、澳大利亚、美国、加拿大和墨西哥等国都已商业化生产绿僵菌菌剂, 用于防治农林害虫<sup>[3,4]</sup>。在国内, 不少学者曾先后在多种农林害虫上进行过试验, 获得程度不同的成功<sup>[5~10]</sup>。1985 年, 李增智等人首次用绿僵菌在室内对马尾松毛虫 (*Dendrolimus punctatus*)。进行感染试验, 证明它对马尾松毛虫具有毒力<sup>[8]</sup>。现就绿僵菌和白僵菌在室内对马尾松毛虫的毒力测定, 以及在不同温度和湿度下分生孢子萌发力和致病力的比较, 对利用绿僵菌防治马尾松毛虫的可能性进行初步探讨。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试菌种及供试昆虫

金龟子绿僵菌 (*Metarhizium anisopliae*) 来源于中国农业菌种保藏中心, 球孢白僵菌 (*Beauveria bassiana*) 来源于福建上杭白僵菌厂。供试昆虫为马尾松毛虫。

### 1.2 室内毒力测定

将供试菌种先接种于 PDA 培养基斜面上, (25 ± 1) °C 恒温培养 12 d, 然后用 1.0 g  $L^{-1}$  吐温-80 无菌水配制成孢子浓度梯度为  $1.0 \times 10^{11} \sim 1.0 \times 10^7$  个  $L^{-1}$  的分生孢子悬浮液。每种浓度设 3 个重复, 每个重复 30 条 3~4 龄马尾松毛虫。用微量注射器吸取上述菌液滴于幼虫体表。每虫接种量为 0.1 mL 菌液。对照组用 1.0 g  $L^{-1}$  吐温-80 无菌水接种。处理后放入装有松针的罐头瓶中, 瓶盖装有铁丝网, 以保持通气, 置于 25 °C 下饲养。每日更换松针, 喷清水以保持高湿, 逐日统计感染死亡虫数。

收稿日期: 2000-01-14; 修回日期: 2000-04-17

基金项目: 福建省教育委员会自然科学基金资助项目(K93036)

作者简介: 江英成(1963-), 男, 福建上杭人, 工程师, 从事森林病虫害研究。

### 1.3 不同温度和湿度下的致病力比较

处理温度设置分别为 15 °C, 20 °C, 25 °C, 28 °C, 30 °C, 33 °C 和 36 °C。在 25 °C 下, 相对湿度(用人工气候培养箱控制)分别设定为 100%, 96%, 92%, 88%, 82%, 75%, 66% 和 56%。每处理各设 3 个重复, 每重复 30 条 2~3 龄幼虫。接种液分生孢子浓度为  $1.70 \times 10^{10}$  个 $\cdot$ L $^{-1}$ 。每条虫接种量 0.1 mL。空白对照用 1.0 g $\cdot$ L $^{-1}$ 吐温-80 无菌水接种。

### 1.4 不同温度和湿度下分生孢子萌发率比较

孢子萌发培养基配方: 蛋白胨 0.5 g $\cdot$ kg $^{-1}$ , 葡萄糖 1.0 g $\cdot$ kg $^{-1}$ , 琼脂 20.0 g $\cdot$ kg $^{-1}$ 。萌发温度分别为 8.5 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 28 °C, 32 °C, 37 °C, 相对湿度用饱和盐溶液来控制<sup>[11]</sup>, 分别为 22.5%, 32.5%, 50.5%, 62.5%, 75.5%, 80.0%, 85.0%, 92.5% 和 100%。

方法: 用无菌毛刷蘸取灭菌过的萌发培养基均匀涂布于无菌载玻片上成一薄层, 再用无菌毛刷蘸取用 0.5 g $\cdot$ L $^{-1}$ 吐温-80 无菌水配制的分生孢子悬浮液均匀涂布于载玻片的培养基薄层上, 然后置于不同温度下及 25 °C 时不同湿度下, 培养 24 h 后, 镜检统计萌发率。实验设 3 个重复, 每个重复各统计 500 个以上孢子。

## 2 结果与分析

### 2.1 绿僵菌和白僵菌对马尾松毛虫毒力比较

马尾松毛虫接种后 12 d 的死亡率和机率值见表 1。经统计分析得致死中浓度 ( $L_{c50}$ ) 和致死中时 ( $L_{50}$ ), 见表 2 和表 3。综合分析金龟子绿僵菌 (M) 和球孢白僵菌 (B) 2 个菌株的  $L_{c50}$ 、 $L_{50}$  和直线回归方程的斜率  $b$  值可知, 供试的绿僵菌和白僵菌菌株对马尾松毛虫的毒力相差无几 (表 2~3)。

### 2.2 绿僵菌和白僵菌在不同温度和湿度下致病力比较

在 15~36 °C 温度范围内, 供试的绿僵菌和白僵菌菌株均有不同程度的杀虫效果 (表 4)。在 15 °C 时, 绿僵菌的杀虫率为 23.42%, 白僵菌的杀虫率为 20.35%。36 °C 时, 绿僵菌的杀虫率为 33.33%, 而白僵菌的杀虫率仅为 16.67%。在 20~30 °C 之间, 白僵菌有较好的杀虫效果, 在 25 °C 时, 白僵菌的杀虫效果最好。绿僵菌在 25~33 °C 之间有较好的杀虫效果, 28 °C 时的杀虫效果最好。而且当温度高于 28 °C 以上时, 绿僵菌的杀虫效果优于白僵菌, 说明在较高温度下绿僵菌对马尾松毛虫的致病力比白僵菌高。

在 25 °C 下, 随着相对湿度的降低, 绿僵菌和白僵菌 2 个菌株对马

表 1 绿僵菌和白僵菌 5 种不同浓度感染 3~4 龄马尾松毛虫的死亡率和机率值

Table 1 The mortality and probability of 3rd~4th instar larvae of *D. punctatus* infected with different concentrations of *M. anisopliae* and *B. bassiana*

孢子浓度/ (个 $\cdot$ L $^{-1}$ )	M			B		
	死亡率/ %	校正死 亡率/%	机率值	死亡率/ %	校正死 亡率/%	机率值
$1.0 \times 10^{11}$	70.3	68.2	5.473 3	78.7	77.2	5.745 4
$1.0 \times 10^{10}$	66.0	63.6	5.347 8	61.8	59.1	5.230 1
$1.0 \times 10^9$	53.3	49.9	4.997 5	53.3	49.9	4.997 5
$1.0 \times 10^8$	49.1	45.4	4.884 4	44.9	40.9	4.769 9
$1.0 \times 10^7$	36.4	31.8	4.526 7	40.6	36.3	4.649 5
对照	6.7			6.7		

M: 金龟子绿僵菌; B: 球孢白僵菌。表 2~3 均同

表 2 绿僵菌和白僵菌对马尾松毛虫幼虫的毒力

Table 2 Toxicity of *M. anisopliae* and *B. bassiana* to larvae of *D. punctatus*

菌株	$L_{c50}$ / (个 $\cdot$ L $^{-1}$ )	95% 置信限/ (个 $\cdot$ L $^{-1}$ )	直线回归方程
M	$6.38 \times 10^8$	$6.99 \times 10^7 \sim 5.82 \times 10^9$	$y = 3.632 0 + 0.235 7 x$
B	$5.06 \times 10^8$	$7.09 \times 10^7 \sim 3.61 \times 10^9$	$y = 3.487 3 + 0.265 2 x$

表 3 绿僵菌和白僵菌对马尾松毛虫幼虫的致死时间

Table 3 Mortality time of *M. anisopliae* and *B. bassiana* to larvae of *D. punctatus*

孢子浓度/ (个 $\cdot$ L $^{-1}$ )	$L_{50}$ / d		直线回归方程	
	M	B	M	B
$1.0 \times 10^{11}$	8.60	7.80	$y = 3.213 8 + 0.207 8 x$	$y = 3.515 0 + 0.190 4 x$
$1.0 \times 10^{10}$	9.67	9.80	$y = 3.534 0 + 0.151 7 x$	$y = 3.765 2 + 0.126 0 x$
$1.0 \times 10^9$	11.46	11.80	$y = 3.185 0 + 0.158 4 x$	$y = 3.481 7 + 0.128 7 x$
$1.0 \times 10^8$	12.60	13.29	$y = 3.242 5 + 0.134 9 x$	$y = 3.204 6 + 0.135 0 x$
$1.0 \times 10^7$	15.19	14.79	$y = 3.162 0 + 0.121 0 x$	$y = 2.762 8 + 0.151 2 x$

尾松毛虫的致病力呈显著的下降趋势。相对湿度高于96%时,白僵菌呈现很好的杀虫效果,杀虫率达91.13%以上。但相对湿度降至92%以下时,白僵菌的杀虫率降至75.97%以下。绿僵菌在相对湿度高于92%时,呈现出较好的杀虫效果,杀虫率达90.14%以上。从试验可以看出,相对湿度低于92%以下时,绿僵菌对马尾松毛虫的毒力明显高于白僵菌(表5)。

表4 不同温度下绿僵菌和白僵菌的致病力比较

Table 4 Comparison of pathogenicity between *M. anisopliae* and *B. bassiana* at different temperatures

菌株	项目	死亡率/%						
		15	20	25	28	30	33	36(°C)
M	平均值	23.42	64.37	81.92	94.46	85.53	79.11	44.22
	校正值	23.42	63.33	80.19	93.75	83.87	76.67	33.33
B	平均值	20.35	74.92	94.46	91.45	76.88	55.84	30.29
	校正值	20.35	74.19	93.93	90.35	74.23	50.67	16.67
对照	平均值	0	2.83	8.75	11.36	10.27	10.48	16.34

表5 不同湿度下绿僵菌和白僵菌的致病力比较

Table 5 Comparison of pathogenicity between *M. anisopliae* and *B. bassiana* at different humidities

菌株	项目	死亡率/%							
		100	96	92	88	82	75	66	56(%)
M	平均值	93.49	90.95	90.57	77.10	51.92	50.06	36.58	38.30
	校正值	93.27	90.67	90.14	75.43	45.76	43.33	26.91	26.67
B	平均值	95.36	91.39	77.02	69.85	38.55	35.94	31.26	32.81
	校正值	95.21	91.13	75.97	67.65	30.68	27.31	20.78	20.15
对照	平均值	3.21	2.98	4.36	6.79	11.36	11.87	13.23	15.86

### 2.3 在不同温度和湿度下绿僵菌和白僵菌分生孢子的萌发率比较

试验结果如表6所示。在8.5~37℃温度范围内,绿僵菌和白僵菌分生孢子萌发率差异很大。绿僵菌分生孢子萌发的最适温度为28℃,最适温度范围为25~28℃。白僵菌分生孢子萌发的最适温度为25℃,最适温度范围为25~28℃。分生孢子萌发率超过50%的温度范围:绿僵菌为20~32℃,白僵菌为20~28℃。从试验还可以看出,绿僵菌比白僵菌耐低温和耐高温。这就是为什么在自然界中昆虫白僵菌病多在春季流行,而绿僵菌病多半在夏季流行的原因<sup>[3]</sup>。同时也进一步验证了在高温条件下绿僵菌杀虫效果优于白僵菌的原因。

在不同的相对湿度下,绿僵菌和白僵菌分生孢子的萌发率差异很大(表7)。随着相对湿度的降低,绿僵菌和白僵菌分生孢子萌发率呈现不同程度的下降速率。相对湿度在80%以下时,白僵菌分生孢子萌发率骤然降至27.5%以下,而绿僵菌分生孢子萌发率的下降幅度则比较平缓,在相对湿度为22.5%时,绿僵菌分生孢子仍有2.3%的萌发率。因此,从试验结果看来,与白僵菌相比,绿僵菌具有较好的耐旱性。这与李增智等人的研究结果相符<sup>[8,10]</sup>。同时也说明了在相对湿度较低时,绿僵菌的杀虫效果优于白僵菌的原因。

表6 不同温度下绿僵菌和白僵菌分生孢子萌发率

Table 6 The germination percentage of conidia at different temperatures

菌株	分子孢子萌发率/%						
	8.5	15	20	25	28	32	37(°C)
M	3.7	16.6	74.5	85.3	90.7	55.3	15.3
B	0	10.8	71.3	93.0	81.2	17.7	0.8

表7 不同相对湿度下分生孢子萌发率

Table 7 The germination percentage of conidia in different humidity

菌株	分生孢子萌发率/%								
	100	92.5	85	80	75.5	62.5	50.5	32.5	22.5(%)
M	95.7	93.6	92.1	74.3	68.2	52.7	11.3	6.7	2.3
B	97.7	85.6	73.4	27.5	11.3	7.3	5.0	0	0

### 3 小结与讨论

本试验结果表明, 供试的绿僵菌和白僵菌菌株对马尾松毛虫的毒力相当, 与供试的白僵菌菌株相比, 绿僵菌分生孢子具有较好的耐高温和耐旱性, 在高温和低湿的条件下, 绿僵菌的杀虫效果优于白僵菌。

在春季多雨林中环境湿度大的条件下, 使用白僵菌防治松毛虫可以有很好的防治效果。这一防治手段已为我国南方各省所普遍采用。然而, 当林间温度较高或相对湿度较低时, 由于白僵菌分生孢子发芽率很低, 影响侵染的发生和病害流行, 从而影响防治效果。而试验所显示的绿僵菌具有的耐高温和耐旱性, 也许可以弥补白僵菌的不足, 应有较大的开发利用价值。

#### 参考文献:

- [1] 徐庆丰. 白僵菌的防虫作用及其在应用上的一些问题[J]. 昆虫知识, 1964, 8(6): 296.
- [2] 蒲垫龙. 害虫生物防治的原理和方法[M]. 北京: 科学出版社, 1978. 159.
- [3] 郭好礼, 傅仓生, 李振兰. 绿僵菌的研究与应用[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1990.
- [4] 刘作易. 澳洲对绿僵菌的研究及应用[J]. 中国虫生真菌研究与应用, 1997, (4): 18-22.
- [5] 南开大学生物系昆虫教研室. 金龟子绿僵菌对几种蛴螬的药效试验[J]. 昆虫知识, 1978, 15(2): 40.
- [6] 于世文, 周素芬, 刘燕黔. 绿僵菌防治梨虎试验简报[J]. 贵州农业科学, 1983, (2): 50-52.
- [7] 谢杏扬, 戴自荣, 黄珍友. 绿僵菌感染家白蚁室内试验初报[J]. 昆虫知识, 1984, 21(5): 223-224.
- [8] 李增智, 程双龙, 鲁绪祥. 绿僵菌、黄僵菌对松毛虫的室内杀虫及固体生产试验初报[J]. 安徽农学院学报, 1985, (2): 85-90.
- [9] 刘辉, 王世平, 董树新, 等. 利用绿僵菌防治桃小食心虫[J]. 中国虫生真菌研究与应用, 1993, (3): 150-154.
- [10] 宋漳, 徐乐勤, 江涛. 8株绿僵菌孢子萌发条件及室内侵染马尾松毛虫试验[J]. 浙江林学院学报, 1997, 14(2): 165-168.
- [11] 吴千红, 邵则信, 苏德明, 等. 昆虫生态学实验[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1991. 229-230.

## Comparison on infection of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to *Dendrolimus punctatus*

JIANG Ying-cheng

(Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Shanghang County, Shanghang 364200 Fujian, China)

**Abstract:** *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* had been used to control *Dendrolimus punctatus* in lab. The lab test showed that there were not much differences in the toxicity to 3rd ~ 4th instar larvae of *D. punctatus* between *M. anisopliae* and *B. bassiana* at 25 °C. The median lethal concentration of *M. anisopliae* was  $6.38 \times 10^8$  spores °L<sup>-1</sup>, and the median lethal time was 8.60 ~ 15.19 days for the concentration of  $1.0 \times 10^{11} \sim 1.0 \times 10^7$  spores °L<sup>-1</sup>. The median lethal concentration of *B. bassiana* was  $5.06 \times 10^8$  spores °L<sup>-1</sup>, and the median lethal time was 7.80 ~ 14.79 days for the concentration of  $1.0 \times 10^{11} \sim 1.0 \times 10^7$  spores °L<sup>-1</sup>. The strain of *M. anisopliae* was more tolerant to high temperature and drought than *B. bassiana*. At high temperature or low humidity, the pathogenicity on *D. punctatus* was superior to that by *B. bassiana*. The lab test indicated that *M. anisopliae* was of greater value in controlling *D. punctatus*.

**Key words:** *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; *Dendrolimus punctatus*, toxicity test; spore germination; biological control.