

# 苏云金杆菌 CAB109 对甜菜夜蛾幼虫生长发育的影响

金大勇<sup>1</sup>, 柳镛万<sup>2</sup>

(1. 延边大学 农学院, 吉林 延吉 133002; 2. 忠南大学校 农业生命科学大学, 韩国 大田 305764)

**摘要:**采用苏云金杆菌 CAB109 亚致死浓度(依次为  $0$ 、 $1 \times 10^2$ 、 $1 \times 10^3$ 、 $1 \times 10^4$ 、 $1 \times 10^5$ 、 $1 \times 10^6$  cfu/mL)处理甜菜夜蛾 2 龄幼虫, 研究苏云金杆菌 CAB109 菌株对甜菜夜蛾幼虫的影响。结果表明:用 CAB109 菌株处理后 7 d, 对幼虫的死亡率影响显著, 死亡率分别为 5.0%、8.3%、15.0%、23.3%、36.7%、55.0%; 处理后 6 d, 对幼虫生长影响显著, 幼虫的平均体重分别为 2.63、2.19、2.03、1.87、1.34、0.96 mg; 对幼虫发育的影响也显著, 幼虫的发育历期分别为 16.3、16.8、17.5、18.2、19.5、21.2 d。CAB109 菌株的亚致死浓度除能直接杀死甜菜夜蛾幼虫外, 还对存活幼虫的后续也产生显著影响。

**关键词:**苏云金杆菌; CAB109 菌株; 甜菜夜蛾; 亚致死浓度; 生长发育

**中图分类号:**S 476.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0122-03

甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hübner)是危害严重的世界性害虫之一<sup>[1]</sup>, 是蔬菜和农作物的重要害虫。目

**第一作者简介:**金大勇(1962-), 男, 朝鲜族, 吉林九台人, 博士, 副教授, 现主要从事害虫生物防治等研究工作。

**基金项目:**韩国农业振兴厅资助项目; 延边大学基金资助项目(2011-34)。

**收稿日期:**2012-12-11

前对甜菜夜蛾的防治以化学防治为主, 但防治效果并不理想, 还对环境造成严重污染<sup>[2]</sup>, 有必要用无公害的生物防治来解决上述问题<sup>[3-4]</sup>。苏云金杆菌(*Bacillus thuringiensis*, Bt)是目前产量最大、使用最广的生物杀虫剂<sup>[5-6]</sup>。研究表明, 苏云金杆菌杀虫剂不仅具有杀死目标害虫的作用外, 还具有抑制、阻碍及延长害虫生长发育和繁殖的作用<sup>[7-8]</sup>。害虫对农作物造成的损失, 并非

[6] 王国珍, 樊仲庆, 麻冬梅, 等. 贺兰山东麓酿酒葡萄霜霉病流行规律及预测预报技术的研究[C]. 北京: 中国植物病理学会学术年会论文集, 2004: 366-370.

[7] 常永义, 朱建兰. 全球红葡萄霜霉病防治及病菌生物学特性研究

[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2011(1): 17-20.

[8] 汤钊. 葡萄霜霉病离体接种方法的研究[J]. 微生物学通报, 1994, 21(6): 373.

## Study on the Pathogen Biological Characteristics and Pathogenicity of Grape Downey Mildew from Different Areas

LIU Xu<sup>1,2</sup>, LIANG Man<sup>1</sup>, WANG Yang<sup>3</sup>, YU Ran-yue<sup>1</sup>, WANG Hua<sup>1,2</sup>, LI Hua<sup>1,2</sup>

(1. College of Enology, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Shaanxi Engineering Research Center of Viti-Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100; 3. College of Plant Protection, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Taking 'Hongdiqu' grape as material, the pathogen biological characteristics and pathogenicity of grape downey mildew from Shaanxi and Chongqing were studied. The results showed that there was no obvious difference on morphological property for sporangium from these two areas. However, the longer sporangiophore and more branches were observed for the downey mildew from Shaanxi areas. Furthermore, all the nitrogen sources including ammonium nitrate, peptone and ammonium chloride showed inhibitory effect on germination sporangium from both the two areas. The three carbon source including glucose, maltose syrup and sucrose had same effect on sporangium germination. The sporangium could germinated at the pH value between 4.5~8.5. However, the optimum pH value for germination sporangium from Shaanxi was higher than that of Chongqing. The optimum temperature was 20°C for germination sporangium from the two areas, which showed highest germination rate under conditions of water film. The disease index in leaf disks was mainly 0 and 1 by the culture *in vitro*, and grade 1 was mostly observed.

**Key words:** downey mildew; biological characteristics; pathogenicity; grape

是因为害虫活着,而是因为害虫直接取食植物组织的缘故。可见,单纯用死亡率来鉴定药剂的防效是不科学的。作为生物杀虫剂的 Bt 对目标害虫的药效,不仅可以用死亡率来表示外,还可以用害虫的取食量减少、发育历期延长等植物保护剂的评价指标来表示<sup>[9]</sup>。该试验用 Bt CAB109 菌株的亚致死浓度处理甜菜夜蛾,对幼虫死亡率、生长量及发育历期的影响进行了研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

苏云金杆菌 CAB109 菌株由韩国忠南大学校农业生命科学大学害虫生物防治实验室提供。甜菜夜蛾是野外采集,在实验室温度 25℃,光照 16L:8D,相对湿度 50%~60%条件下用人工饲料饲养,用于试验。

### 1.2 试验方法

1.2.1 幼虫死亡率调查 将 Bt CAB109 菌株分别稀释成 0(CK)、 $1 \times 10^2$ 、 $1 \times 10^3$ 、 $1 \times 10^4$ 、 $1 \times 10^5$ 、 $1 \times 10^6$  cfu/mL,在 0.5 g 人工饲料里分别添加 100  $\mu$ L 稀释液,将饥饿 3 h 的甜菜夜蛾 2 龄幼虫 20 头放入培养皿内饲养 3 h,后移至新的培养皿内,用干净的人工饲料饲养 7 d 后调查其死亡率。3 次重复。

1.2.2 幼虫生长量调查 将甜菜夜蛾 2 龄幼虫 10 头为一组用天平称重,用 1.2.1 的方法先用 Bt CAB109 不同浓度处理的人工饲料饲养 3 h,后用干净人工饲料饲养 6 d 后,称体重,调查 10 头幼虫的平均体重。4 次重复。

1.2.3 幼虫发育历期调查 将甜菜夜蛾 2 龄幼虫 12 头,用 1.2.1 的方法先用 Bt CAB109 不同浓度处理的人工饲料饲养 3 h,后移至 12 槽培养板用干净人工饲料饲养至化蛹,调查幼虫的发育历期。4 次重复。

### 1.3 数据分析

利用 Excel 进行数据分析,采用 Duncan's 新复极差法比较显著水平。

## 2 结果与分析

### 2.1 苏云金杆菌对甜菜夜蛾幼虫死亡率的影响

由图 1 可知,CAB109 毒素对甜菜夜蛾幼虫的死亡率有显著影响。在试验浓度下,处理后 7 d 的死亡率分别为 5.0%、8.3%、15.0%、23.3%、36.7%、55.0%;在 0(CK)、 $1 \times 10^2$ 、 $1 \times 10^3$  cfu/mL 浓度下的死亡率显著低于  $1 \times 10^5$ 、 $1 \times 10^6$  cfu/mL 浓度下的死亡率; $1 \times 10^6$  cfu/mL 高浓度的死亡率比 CK 高 50 个百分点;且浓度在  $1 \times 10^4$  cfu/mL 以上时,浓度越高,死亡率表现出急剧上升的趋势。

### 2.2 苏云金杆菌对甜菜夜蛾幼虫生长的影响

由图 2 可知,CAB109 菌株对甜菜夜蛾存活幼虫的生长产生显著影响。取食 CAB109 菌株的幼虫,除了一部分死亡外,剩下的虽然活着,但体重明显减少。试验

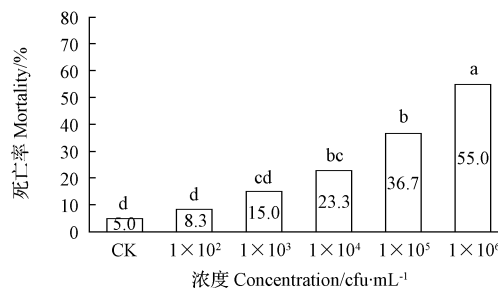


图 1 CAB109 毒素对甜菜夜蛾幼虫死亡率的影响

Fig. 1 Effect of CAB109 toxin on mortality of *Spodoptera exigua* larvae

浓度下幼虫的平均体重分别为 2.63、2.19、2.03、1.87、1.34、0.96 mg。CK 组的体重显著高于其它所有浓度的处理组,并且浓度在  $1 \times 10^4$  cfu/mL 以上时,浓度越高,表现出体重急剧下降的趋势。在  $1 \times 10^6$  cfu/mL 高浓度处理下的幼虫体重,只有 CK 组体重的 36.5%。

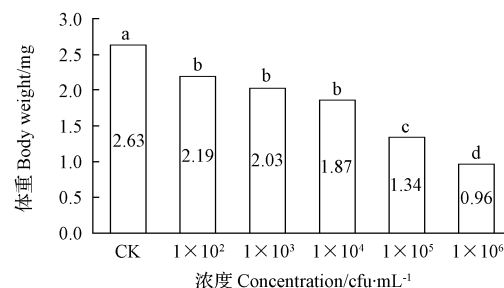


图 2 CAB109 毒素对甜菜夜蛾幼虫体重的影响

Fig. 2 Effect of CAB109 toxin on body weight of *Spodoptera exigua* larvae

### 2.3 苏云金杆菌对甜菜夜蛾幼虫发育的影响

由图 3 可知,CAB109 显著影响幼虫的发育历期。试验浓度下的幼虫发育历期分别为 16.3、16.8、17.5、18.2、19.5、21.2 d。在  $1 \times 10^6$ 、 $1 \times 10^5$  cfu/mL 浓度下,甜菜夜蛾幼虫的发育历期明显比 0(CK)、 $1 \times 10^2$ 、 $1 \times 10^3$ 、 $1 \times 10^4$  cfu/mL 浓度的长。当浓度达到  $1 \times 10^4$  cfu/mL 以上时,幼虫的发育历期表现出急剧延长的趋势。 $1 \times 10^6$ 、 $1 \times 10^5$ 、 $1 \times 10^4$  cfu/mL 浓度下幼虫的发育历期比 CK 分别

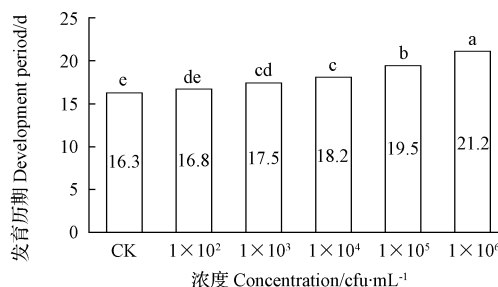


图 3 CAB109 毒素对甜菜夜蛾幼虫发育历期的影响

Fig. 3 Effect of CAB109 toxin on developmental period of *Spodoptera exigua* larvae

延长约 5、3 和 2 d。

### 3 讨论

生物农药对害虫的致死作用虽不如化学杀虫剂迅速和高效,但能引起害虫的亚死亡,对残存幼虫有多方面的后续影响。因此,对生物防治效果的评价,需要综合考虑对目标害虫的后效以及各种因素的综合作用效应<sup>[10]</sup>。由于 Bt 对昆虫具有忌避或取食抑制作用,使昆虫不能取食足够的 Bt 毒素蛋白质,常常达不到致死的程度,但可以足够影响昆虫的正常生长和发育<sup>[7-8]</sup>。该研究表明,取食 Bt CAB109 菌株的甜菜夜蛾幼虫,不仅其生存率下降,体重减轻,还延长发育历期,并且浓度越高,不利影响越显著。这与曾晓慧等<sup>[11]</sup>的研究结果一致。存活害虫的体重减少,说明害虫的取食量也减少,因而害虫虽然活着,但对植物的危害减轻许多<sup>[12]</sup>。能够延长存活幼虫的发育历期,就可以相应减少害虫发生的世代数,也就相应地减轻对农作物的为害。可见,对药效相对迟缓的 Bt 等微生物农药,不能单纯用幼虫死亡率来判断农药的好坏,由于 Bt 对害虫的生长发育产生后续影响,害虫对农作物的为害将大大减少。

#### 参考文献

- [1] Jin D Y, Peak S K, Kim J S, et al. Environment-friendly control of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Noctuidae; Lepidoptera) to reduce insecticide use[J]. Korean J Appl Entomol, 2009, 48(2): 253-261.
- [2] 牛桂兰, 闫建平, 郑大胜, 等. 高毒效杀甜菜夜蛾苏云金芽孢杆菌 WY-190[J]. 中国生物防治, 2002, 18(4): 166-170.
- [3] 金大勇, 柳镛万. 对甜菜夜蛾高毒力苏云金杆菌的分离及生物测定[J]. 延边大学农学报, 2010, 32(4): 238-242.
- [4] 金大勇, 全雪丽, 李翔国, 等. 吐温 80 对 Bt 在作物叶面的展着及葱田甜菜夜蛾防效的影响[J]. 植物保护, 2012, 38(5): 143-146.
- [5] 杨庆仙. 苏云金杆菌增效细菌研究进展[J]. 北方园艺, 2008(1): 55-58.
- [6] 韩岚岚, 戴长春, 宋福平, 等. 几种苏云金芽孢杆菌杀虫晶体蛋白对黑龙江省主要蔬菜害虫小菜蛾活性分析[J]. 北方园艺, 2008(8): 198-200.
- [7] Barker J F. Effect of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* toxin on the mortality and development of the larval stages of the banded sunflower moth (Lepidoptera: Cochyliidae)[J]. J Econ Entomol, 1998, 91: 1084-1088.
- [8] Erb S L, Bouchier R S, van Frankenhuyzen K, et al. Sublethal effects of *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp. *kurstaki* on *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) and the tachinid parasitoid *Compsilura concinnata* (Diptera: Tachinidae)[J]. Environmental Entomology, 2001, 30: 1174-1181.
- [9] 庞雄飞, 张茂新, 侯有明, 等. 植物保护剂防治害虫效果的评价方法[J]. 应用生态学报, 2000, 11(1): 108-110.
- [10] 冯书亮, 王容燕, 王金耀, 等. 苏云金芽孢杆菌 HBF-1 菌株防治金龟子幼虫的效果评价[J]. 植物保护学报, 2006, 33(4): 417-422.
- [11] 曾晓慧, 喻子牛, 胡萃. 苏云金杆菌 Cry1C 毒素对甜菜夜蛾幼虫生长发育、存活及取食行为的影响[J]. 浙江农业大学学报, 1999, 25(1): 62-66.
- [12] Choi S Y, Cho M S, Kim T H, et al. Bioactive characterization of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* CAB133 isolated from domestic soil[J]. Korean J Appl Entomol, 2008, 47(2): 175-184.

## Effect of *Bacillus thuringiensis* CAB109 on Growth and Development of *Spodoptera exigua* Larvae

JIN Da-yong<sup>1</sup>, YU Yong-wan<sup>2</sup>

(1. College of Agricultural, Yanbian University, Yanji, Jilin 133002; 2. College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, Korea 305764)

**Abstract:** The effect of *Bacillus thuringiensis* CAB109 on growth and development of *Spodoptera exigua* larvae were studied using sublethal concentrations ( $0, 1 \times 10^2, 1 \times 10^3, 1 \times 10^4, 1 \times 10^5$  and  $1 \times 10^6$  cfu/mL) of *Bacillus thuringiensis* CAB109 strain to treat the second instar larvae of *Spodoptera exigua*. The results showed that the mortality of larvae were 5.0%, 8.3%, 15.0%, 23.3%, 36.7%, 55.0% respectively after treated by *Bacillus thuringiensis* CAB109 for 7 d. The body weight of larvae were 2.63, 2.19, 2.03, 1.87, 1.34, 0.96 mg respectively after treated for 6 d. The developmental period of larvae were 16.3, 16.8, 17.5, 18.2, 19.5, 21.2 d respectively. In conclusion, the sublethal concentration could not only kill the larvae of *Spodoptera exigua* but had effect on the larvae on growth and development.

**Key words:** *Bacillus thuringiensis*; CAB109 strain; *Spodoptera exigua*; sublethal concentration; growth and development