

葫芦素 B 对甜菜夜蛾幼虫取食和成虫产卵的影响

董易之, 张茂新, 凌 冰

(华南农业大学 昆虫学系, 广东 广州 510642)

摘要: 测定了葫芦素 B 对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫取食和成虫产卵的影响。结果表明, 当质量浓度达到 $1\ 600\ \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时, 葫芦素 B 对 1 龄幼虫有拒食作用, 并降低其存活率, 干扰作用控制指数(IIPC)为 0.700; 在相同质量浓度下, 葫芦素 B 抑制成虫产卵, 产卵抑制率达 55.5%, IIPC 为 0.445。

关键词: 葫芦素 B; 甜菜夜蛾; 拒取作用; 产卵抑制

中图分类号: S436.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2005)02-0056-03

Influence of cucurbitacin B on feeding behavior and oviposition of *Spodoptera exigua*

DONG Yi-zhi, ZHANG Mao-xin, LING Bing

(Department of Entomology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642 China)

Abstract: Cucurbitacin B is oxygenated tetracyclic triterpene existing in *Cucurbitaceae* and the plants of other families, which has repellent effect on many insects. The influence of cucurbitacin B on feeding behavior and oviposition of *Spodoptera exigua* was tested. The results were showed that at the concentration of $1\ 600\ \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, cucurbitacin B had the antifeedant activity to newly-hatched larvae and significantly lower survival rate of them, inference index of population control (IIPC) of the first instar larvae was 0.700. The cucurbitacin B deterred adult from oviposition, and the oviposition deterrent rate was 55.5% while IIPC was 0.445 at the same concentration of cucurbitacin.

Key words: cucurbitacin B; *Spodoptera exigua*; antifeedant; antiovipositant

甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner 是一种世界性的重要农业害虫^[1], 寄主范围广泛, 涉及 35 科、105 属、138 种植物^[2]。近年来随着我国蔬菜种植面积和复种指数增加, 甜菜夜蛾的发生呈加重趋势, 成为十字花科、豆科和旋花科等多种蔬菜的重要害虫之一^[3]。目前对甜菜夜蛾的防治以化学防治为主, 化学农药的滥用造成该虫的抗药性迅速增加^[4]。大量研究表明, 非嗜食植物次生化合物对多种害虫有明显的产卵驱避和拒食作用^[5-10]。葫芦素属四环三帖类化合物, 有苦味, 主要存在于葫芦科植物, 在其他科植物中也有少量分布^[11, 12]。葫芦素有抗肿瘤、保肝和抗肝炎等医药价值^[13], 能对许多昆虫产生忌避作用^[5, 11]。Douglas 等^[11]曾报道葫芦素 B 对日本花金龟 *Popillia japonica* 成虫、马铃薯象甲 *Leptinotarsa*

decemlineata 4 龄幼虫和黄粉虫 *Tenebrio molitor* 5 龄幼虫等昆虫有拒食作用, 对欧洲玉米螟和甜菜夜蛾成虫有产卵忌避作用。本试验研究了葫芦素 B 对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫取食和成虫产卵的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

甜菜夜蛾的卵和蛹由中山大学生物防治国家重点开放实验室提供。卵孵化后选取部分健康的初孵幼虫备试, 其余则用芥蓝 *Brassica alboglabra* 叶饲养; 幼虫进入 2 龄或 3 龄后, 选取健康的 2、3 龄幼虫备试。蛹分雌雄放于不同的培养皿中, 罩上圆柱型的塑料笼子, 羽化后, 选取当天羽化的健康成虫备试。葫芦素 B(购自天津药物研究所)用甲醇(分析纯)配成

20 mg·mL⁻¹ 的母液, 测试时再用 φ 为 50% 的甲醇溶液稀释成所需的质量浓度。

1.2 幼虫取食和存活率的测定

用叶碟法进行非选择性测定。把上述的葫芦素 B 母液稀释成 100、200、400、800 和 1 600 μg·mL⁻¹ 5 个质量浓度, 4 个重复。用打孔器在芥蓝叶肉部位打取面积约为 7 cm² 的圆形叶片。测定前将葫芦素 B 溶液均匀涂抹在叶片的正反面, 对照则用 φ 为 50% 的甲醇溶液涂抹。待溶剂挥发后, 将叶片放入底部垫有湿润滤纸的培养皿内, 每皿放 4 片, 再把虫接入培养皿, 用保鲜纸封口。初孵幼虫选用 d 为 9 cm 的培养皿, 每皿 20 头; 2、3 龄幼虫选用 d 为 12 cm 的培养皿, 测试前饥饿 3 h, 每皿 5 头。饲养 24 h 后调查死虫数, 并用九宫格图板记录取食面积, 按庞雄飞等^[3]的方法计算试虫各龄期的干扰作用控制指数(IIPC)。

1.3 成虫产卵抑制的测定

用白纸把 d 为 6 cm 的培养皿围成 h 约 9.7 cm 的圆柱形容器, 培养皿为底部, 白纸为容器壁, 容器盖选用 d 为 9 cm 的培养皿, 盖中央用透明胶粘 l 约 4 cm 的棉签。把上述的葫芦素 B 母液稀释成 100、200、400、800 和 1 600 μg·mL⁻¹ 5 个质量浓度。测定前将葫芦素 B 溶液均匀涂抹在容器底部、容器盖和白纸上, 对照则用 φ 为 50% 的甲醇溶液涂抹。待溶剂挥发后, 把当天羽化的成虫雌雄配对放入容器, 将 φ 为 10% 的蜜糖水滴于棉签, 盖上容器盖。重复 7 次。蜜糖水每 24 h 更换 1 次, 48 h 后记录容器内卵的数量, 并计算各质量浓度的产卵抑制率以及成虫产卵的干扰作用控制指数(IIPC)。

1.4 计算公式

产卵抑制率=[(对照区卵数-处理区卵数)/对照区卵数]×100%。

假设只考虑葫芦素 B 对试虫测试龄期或成虫产卵的干扰作用, 则干扰作用控制指数(IIPC)的计算公式如下:

表 2 葫芦素 B 对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫存活率的影响¹⁾

Tab. 2 Influence of cucurbitacin B on survival rate of 1 st to 3 rd instar of beet armyworm						
ρ/(μg·mL ⁻¹)	1 龄幼虫 1 st instar		2 龄幼虫 2 nd instar		3 龄幼虫 3 rd instar	
	存活率	IIPC	存活率	IIPC	存活率	IIPC
	survival rate/%		survival rate/%		survival rate/%	
100	1.0±0a	1.000	90.0±5.8a	1.000	90.0±10.0a	1.000
200	92.5±1.4ab	0.925	90.0±5.8a	1.000	85.0±5.0a	0.944
400	87.5±4.8ab	0.875	85.0±5.0a	0.944	90.0±5.8a	1.000
800	85.0±7.9ab	0.850	90.0±5.8a	1.000	75.0±5.0a	0.833
1 600	70.0±15.1b	0.700	75.0±12.6a	0.833	80.0±14.1a	0.889
对照 control	1.0±0a		90.0±5.8a		90.0±5.8a	

1) 同列数据后具有相同字母者表示在 5% 水平上差异不显著(DMRT 法)

IIPC= S_{Tr}/S_{CK},

式中, S_{Tr}为处理区各龄幼虫的存活率或成虫的产卵量; S_{CK}为对照区各龄幼虫的存活率或成虫产卵量。

试验温度为(27±1)℃, 试验的数据用 Excel 和 SAS 8.01 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 葫芦素 B 对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫取食的影响

葫芦素 B 对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫取食影响的结果如表 1 所示。在低质量浓度时(100 和 200 μg·mL⁻¹)葫芦素 B 对幼虫取食无明显影响, 但随着葫芦素 B 质量浓度的增加, 1 龄幼虫的取食面积呈递减的趋势。当葫芦素 B 质量浓度达到 1 600 μg·mL⁻¹ 时, 处理组的取食面积与对照组取食面积差异显著, 说明该质量浓度的葫芦素 B 对 1 龄幼虫有拒食作用。而其余 4 个质量浓度处理的取食面积与对照组无显著差异。在测试的 5 个质量浓度中, 2、3 龄幼虫处理组的取食面积均与对照组无明显差异。

表 1 葫芦素 B 对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫取食的影响

Tab. 1 Influence of cucurbitacin B on feeding behavior of 1st to 3rd instar of beet armyworm

ρ/(μg·mL ⁻¹)	取食面积 feeding area ¹⁾ /cm ²		
	1 龄幼虫	2 龄幼虫	3 龄幼虫
	1 st instar	2 nd instar	3 rd instar
100	0.48±0.04a	0.24±0.09a	1.60±0.55a
200	0.51±0.06a	0.27±0.07a	0.88±0.13a
400	0.34±0.06ab	0.17±0.05a	1.75±0.30a
800	0.40±0.07ab	0.31±0.04a	0.94±0.03a
1600	0.21±0.07b	0.26±0.09a	1.16±0.21a
对照 control	0.45±0.09a	0.36±0.02a	1.48±0.30a

1) 同列数据后具有相同字母者表示在 5% 水平差异不显著(DMRT 法)

2.2 葫芦素 B 对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫存活率的影响

从表 2 可以看出, 葫芦素 B 在低质量浓度时

($100\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)对 1 龄幼虫的存活率无明显影响。但随着质量浓度增加,存活率逐渐下降。在 $1\text{ }600\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,1 龄幼虫的存活率比对照组的存活率下降 30%。在所设的葫芦素 B 5 个质量浓度中,2、3 龄幼虫的存活率与对照组均无显著差异。

2.3 葫芦素 B 对成虫产卵行为的影响

从表 3 可以看出。当葫芦素 B 的质量浓度达到 $1\text{ }600\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,甜菜夜蛾成虫的产卵量与对照组的产卵量差异显著,产卵抑制率达 55.5%,IIPC 达 0.445,说明在该质量浓度下,葫芦素 B 对成虫产卵具有抑制作用。

表 3 葫芦素 B 对甜菜夜蛾成虫产卵的影响
Tab. 3 Influence of cucurbitacin B on oviposition of beet armyworm adult

$\rho/(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$	产卵数 ¹⁾	产卵抑制率	
	oviposition numbers /(卵·雌 ⁻¹)	oviposition deterrence rate/%	IIPC
100	350.50±58.85ab	11.2	0.888
200	374.83±35.78ab	5.0	0.950
400	374.33±68.62ab	5.2	0.948
800	270.33±131.14ab	31.5	0.685
1 600	175.80±86.80b	55.5	0.445
对照 control	394.67±32.25a		

1) 同列数据后具有相同字母者表示在 5% 水平上差异不显著(DMRT 法)

3 讨论与结论

葫芦素 B 在 $100\sim 800\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 质量浓度时对甜菜夜蛾 1~3 龄幼虫取食、存活率和对成虫产卵量没有明显的影响。只有当质量浓度达到 $1\text{ }600\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,葫芦素 B 才对甜菜夜蛾 1 龄幼虫有拒食作用并降低其存活率,但此质量浓度下的葫芦素 B 对 2、3 龄幼虫的取食和存活率没有显著影响。用非选择性试验法测定了葫芦素 B 对甜菜夜蛾成虫产卵的抑制作用。结果表明,葫芦素 B 在低质量浓度($100\sim 800\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)时对甜菜夜蛾成虫产卵量无显著的抑制作用,在 $1\text{ }600\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时可明显减少甜菜夜蛾的产卵量。这与 Douglas 等^[11]的结果一致。

昆虫对寄主植物的次生化合物有一定的适应性^[14]。葫芦素 B 在低质量浓度($100\sim 800\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)时对甜菜夜蛾幼虫取食、存活率和成虫产卵的抑制作用不显著,这表明甜菜夜蛾对葫芦素 B 有一定的适应性,幼虫龄期越大,对葫芦素 B 的适应性越强。

昆虫的产卵行为常带有保护下一代的性质^[13],葫芦素 B 在 $1\text{ }600\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时不仅降低了初孵幼虫的取食量和存活率,而且使成虫的产卵量明显减少。这些现象是否是甜菜夜蛾成虫为保护下一代而采取的防御行为呢?这有待进一步观察研究。

参考文献:

[1] 韩兰芝,翟保平,张孝羲.不同温度下的甜菜夜蛾实验种群生命表研究[J].昆虫学报,2003,46(2):184-189.

[2] 苏建亚.甜菜夜蛾的迁飞及在我国的发生[J].昆虫知识,1998,35(1):55-58.

[3] 徐金汉,黄志鹏,余月萍,等.甜菜夜蛾生物学特性及药效测定[J].福建农业大学学报,1998,27(1):73-77.

[4] 夏晓明,王开运,姜兴印,等.甜菜夜蛾抗药性现状及综合治理研究进展[J].农药,2003,42(8):1-5.

[5] 庞雄飞.植物保护剂与植物免害工程——异源植物次生化合物在害虫防治中的应用[J].世界科技研究与发展,1999,21(2):24-28.

[6] 张茂新,凌冰,孔垂华,等.微甘菊挥发油的化学成分及其对昆虫的生物活性[J].应用生态学报,2003,14(1):93-96.

[7] 张茂新,凌冰,庞雄飞.非嗜食植物中的昆虫产卵驱避物及其利用[J].昆虫天敌,2003,25(1):28-36.

[8] SACHDEV G K, RENWICK J A A, RADKE C D. Isolation and identification of oviposition deterrents to cabbage butterfly, *Pieris rapae* from *Erysimum cheiranthoides* [J]. Journal of Chemical Ecology, 1990, 16(4): 1 059-1 068.

[9] 张玲春,李国清,王科峰.艾蒿粗提物和几种淋洗物对甜菜夜蛾幼虫的作用[J].农药,2003,42(5):42-45.

[10] 张玲春,刘泽文,李国清,等.艾蒿提取物及其不同柱层析馏分对甜菜夜蛾产卵行为的影响[J].农药学报,2003,5(2):59-64.

[11] DOUGLAS W T, JASON S, NATHAN P E, et al. Cucurbitacins as feeding and oviposition deterrents to insects[J]. Environmental Entomology, 1997, 26(3): 678-683.

[12] 李超英,侯世祥,杨凯,等.血浆中葫芦素 B 的高效液相色谱测定方法研究[J].中国药理学杂志,2001,36(8):558.

[13] 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):109.

[14] CHAPMAN R F. Contact chemoreception in feeding by phytophagous insects[J]. Annual Review of Entomology, 2003, 48: 455-484.

[15] 杜家纬.植物—昆虫间的化学通讯及其行为控制[J].植物生理学报,2001,27(3):193-200.

【责任编辑 周志红】