

魏书艳, 陆德玲, 张 婧, 等. 9 种药剂对小菜蛾的室内毒力测定及田间防控试验[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(7): 116–119.

# 9 种药剂对小菜蛾的室内毒力测定及田间防控试验

魏书艳, 陆德玲, 张 婧, 曲耀训

(山东滨农科技有限公司, 山东滨州 256600)

**摘要:**为筛选高效、低毒、安全的小菜蛾防治药剂, 对 22% 氰氟虫腙悬浮剂等 9 种药剂进行室内毒力测定和田间药效试验, 分别通过对死亡率、校正死亡率、虫口减退率、校正防效 4 项指标进行分析。结果表明, 5% 虫螨腈 + 10% 茚虫威 + 2% 甲维盐悬浮剂田间防效较好且对菜心安全, 药后 7 d 防效为 82.83%, 对小菜蛾也有良好室内毒力; 1% 阿维菌素 + 15% 丁醚脲 + 5% 虫螨腈悬浮剂对小菜蛾的大田防效较好, 药后 7 d 防效为 89.39%, 室内毒力效果相对略差; 50 g/L 虱螨脲乳油 + 8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂对小菜蛾的室内毒力效果明显优于大田试验; 5% 氟铃脲 + 10% 丁醚脲 + 5% 虫螨腈悬浮剂室内毒力效果和田间防效均最高, 但该药剂在菜心上易产生药害, 应慎用。

**关键词:**杀虫剂; 菜心; 小菜蛾; 防效

**中图分类号:** S433.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2013)07–0116–03

小菜蛾 (*Plutella xylosella* L.) 是世界性的害虫, 寄主植物高达 40 多种, 以十字花科蔬菜为主<sup>[1]</sup>。在热带和亚热带地区, 小菜蛾常群集危害, 受害叶片呈网状, 使蔬菜品质下降, 产量锐减甚至绝收。20 世纪 80 年代, 小菜蛾已成为全球分布最广的鳞翅目害虫<sup>[2–6]</sup>。

小菜蛾在我国南方地区发生和危害较重, 尤以长江流域以南及东南沿海地区更为严重。近年来, 随着北方种植结构的调整和蔬菜种植面积的扩大, 小菜蛾的发生和危害也日益加重。当前小菜蛾的防治仍以化学防治为主, 部分地区单一化学农药的大量使用, 使小菜蛾抗药性日益增强, 进而引起害虫再猖獗等一系列的问题<sup>[7]</sup>。已有文献报道, 小菜蛾已对有机磷类、拟除虫菊酯类、氨基甲酸酯类、沙蚕毒素类、苯甲酰胺类等杀虫剂都已经产生了不同程度的抗性<sup>[8–11]</sup>, 且不同地区因药剂种类、药剂使用时间、使用强度和频率等不同而抗性差异较大。小菜蛾的抗药性和防控技术研究已不容忽视。

广州市是华南地区重要的蔬菜生产地, 每年蔬菜产量、播种面积占广东省的 13% 左右, 是广东省及港澳地区蔬菜的主要来源地。然而化学农药的大量使用, 使该地区小菜蛾抗性日益增强, 一些常规药剂的防效明显下降<sup>[12]</sup>。为了了解广州小菜蛾抗性情况, 筛选高效、低毒合理的防控药剂, 本研究选用近两年广州地区反应效果较好、使用频率较高的的药剂作对照, 通过小菜蛾的室内生测对供试药剂进行了综合毒力筛选试验后, 并于 2012 年 10 月在广州市用药量较多的地区进行了菜心上小菜蛾的田间防控试验, 旨在开发蔬菜地轮换使用的高效药剂, 为生产防治提供理论依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 供试药剂

对照药剂。编号 1: 22% 氰氟虫腙悬浮剂 (德国巴斯夫公司); 编号 2: 50 g/L 虱螨脲乳油 (先正达公司) + 8 000 IU/mL

苏云金杆菌悬浮剂 (广东省佛山市大兴生物化工有限公司)。

试验配方。编号 3: 2% 甲维盐悬浮剂 + 22% 氰氟虫腙悬浮剂 (艾法迪); 编号 4: 5% 氟铃脲 + 10% 丁醚脲 + 5% 虫螨腈悬浮剂; 编号 5: 5% 虫螨腈 + 10% 茚虫威 + 2% 甲维盐悬浮剂; 编号 6: 5% 虫螨腈 + 10% 茚虫威 + 10% 丁醚脲悬浮剂; 编号 7: 1% 阿维菌素 + 15% 丁醚脲 + 5% 虫螨腈悬浮剂; 编号 8: 15% 茚虫威悬浮剂; 编号 9: 5% 虱螨脲 + 10% 茚虫威乳油。

原药厂家分别为: 阿维菌素 (山东齐发药业有限公司), 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 (石家庄市龙汇精细化工有限责任公司), 氟铃脲 (江苏宝灵化工股份有限公司), 丁醚脲 (江苏常隆化工有限公司), 虫螨腈 (新沂市永隆化工有限公司), 茚虫威、虱螨脲 (南京禾源化学有限公司)。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 室内试验方法——浸叶法

1.2.1.1 供试昆虫 小菜蛾。小菜蛾种群来源于中国农业科学院植保所, 已室内人工饲养多代, 实验室采用甘蓝叶片人工饲养, 饲养已近 2 年。

1.2.1.2 试验设计 每种药剂设 2 个浓度梯度: 0.1、0.5 mL/L (编号 1~3) 或 0.2、1.0 mL/L (编号 4~9)。以清水作空白对照, 共计 19 个处理, 每处理 4 次重复, 每重复 24 头小菜蛾 3 龄幼虫。将洁净的甘蓝叶片用打孔器打成直径约 2 cm 的圆片, 将叶片浸入相应药剂处理浓度中, 10 s 后取出, 自然晾干后置于 12 孔板中, 每孔中放 1 片并接入 2 头饥饿 4 h 的试虫, 12 孔板上方盖 1 层纸 (防止试虫逃逸)。试验于 (26 ± 1) °C、相对湿度 60% ~ 80%、光–暗周期 14 h–10 h 的养虫室内进行, 观察 24、48、72 h 试虫死亡情况。以毛笔轻轻碰触虫体, 不动者视为死亡。根据下列公式计算防效:

$$\text{死亡率} = \frac{\text{死虫数}}{\text{总虫数}} \times 100\%;$$

$$\text{校正死亡率} = \frac{\text{处理组死亡率} - \text{对照组死亡率}}{1 - \text{对照组死亡率}} \times 100\%。$$

#### 1.2.2 大田试验方法

1.2.2.1 小区设计 每种药剂设 1 个浓度, 以不做任何处理的小区作空白对照, 共计 10 个处理, 每处理 3 次重复, 每重复

收稿日期: 2013–01–04

作者简介: 魏书艳 (1983—), 女, 山东日照人, 硕士研究生, 研究方向为杀虫剂生物测定。E-mail: shuyan9love@163.com。

通信作者: 曲耀训, 研究员。E-mail: yaoxunq@163.com。

1 个小区,小区面积约 15 m<sup>2</sup> (14 m×1.1 m),按当地农民的用药习惯(每小区用水 2 L),采用容量为 15 L 背负式喷雾器(新加坡利农 AGROLEX HD400)均匀喷雾。喷药当天微风,无明显的药剂飘移,施药 3 d 内无明显降雨。

1.2.2.2 调查方法 采用随机取样的方法,每小区选取 3 个点,每点 30 株在施药前及用药后 1、2、3、5、7 d 观察并记录虫口基数,观察供试药剂对菜心的安全性。按照下列公式<sup>[13]</sup>计算虫口减退率和校正防效。

虫口减退率 =  $\frac{\text{药前虫口基数} - \text{药后虫口基数}}{\text{药前虫口基数}} \times 100\%$

校正防效 =  $\frac{\text{处理组虫口减退率} - \text{对照组虫口减退率}}{1 - \text{对照组虫口减退率}} \times 100\%$

1.2.3 试验地点 试验在广东省广州市白云区人和镇进行。

1.3 数据处理

用 Excel 2003 与 DPS 数据处理系统等专业软件对数据

进行分析处理。

2 结果分析

2.1 小菜蛾室内试验结果

由表 1 可见,以 22% 氰氟虫腙悬浮剂(艾法迪)为对照药剂,5% 氟铃脲+10% 丁醚脲+5% 虫螨腈悬浮剂对小菜蛾的室内毒力效果最好,尤其是 1 mL/L 浓度下,在药后 48 h 小菜蛾的校正防效已达 95.35%。其次是 5% 虫螨腈+10% 茚虫威+2% 甲维盐悬浮剂、5% 虫螨腈+10% 茚虫威+10% 丁醚脲悬浮剂和 50 g/L 虱螨脲乳油+8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂 3 种药剂 1 mL/L 处理组对小菜蛾也有较好的防效,药后 48~72 h 防效均在 60%~94%,各处理间差异未达极显著水平。低浓度下(0.2 mL/L)仅 5% 虫螨腈+10% 茚虫威+10% 丁醚脲悬浮剂对小菜蛾的毒力效果较差。

表 1 9 种药剂对小菜蛾的室内毒力测定

药剂编号	用量 (mL/L)	药后第 1 天		药后第 2 天		药后第 3 天	
		死亡率(%)	校正死亡率(%)	死亡率(%)	校正死亡率(%)	死亡率(%)	校正死亡率(%)
1	0.10	9.38	6.43±2.15FGH	14.45	6.78±1.23F	51.04	46.49±2.72EF
	0.50	14.58	11.78±1.93EFG	32.29	26.01±3.47E	57.29	53.46±3.04E
2	0.10	7.29	4.26±1.70GH	33.33	27.14±2.86DE	77.07	74.82±3.38BC
	0.50	27.08	24.68±3.10BC	67.71	64.78±1.97B	98.96	98.86±2.28A
3	0.10	15.63	12.86±1.63EF	28.13	21.61±2.19E	73.96	71.66±3.62BC
	0.50	12.50	9.65±2.01EFGH	29.17	22.65±2.91E	75.00	72.55±4.44BC
4	0.20	11.46	8.56±1.67EFGH	64.58	61.27±1.89B	94.79	94.27±2.17A
	1.00	34.37	32.24±1.09AB	95.83	95.35±2.69A	100.00	100.00±0.00A
5	0.20	18.75	16.12±1.04DE	53.13	48.76±2.75C	81.25	79.47±3.08B
	1.00	36.46	34.42±1.81A	71.88	69.13±3.86B	94.79	94.20±3.02A
6	0.20	12.50	9.65±2.01EFGH	16.67	8.99±2.51F	42.71	37.38±3.50FG
	1.00	16.67	13.95±0.91DEF	66.67	63.50±2.54B	95.83	95.35±2.69A
7	0.20	9.38	6.39±2.70FGH	27.08	20.43±2.84E	68.75	65.88±2.34CD
	1.00	23.96	21.47±2.36CD	41.67	36.35±1.64D	73.96	71.36±4.36BC
8	0.20	5.21	2.13±1.23H	14.58	6.78±1.23F	16.67	9.05±1.82H
	1.00	18.75	16.08±1.89DE	31.25	24.93±1.85E	38.54	32.93±2.02G
9	0.20	16.67	13.90±2.53DEF	32.29	26.01±2.44E	53.13	48.76±2.64E
	1.00	27.08	24.77±2.21BC	30.21	23.84±2.02E	59.38	55.74±1.51DE
CK		3.13		8.33		8.33	

注:同列不同大写字母表示差异显著  $P<0.05$ 。表 2 同。

对比含氰氟虫腙的 2 个药剂处理组看,添加 2% 甲维盐悬浮剂后,22% 氰氟虫腙悬浮剂对小菜蛾的室内毒力效果有明显的提高,72 h 后 2 个浓度处理组小菜蛾的综合毒力均在 70% 左右,且两者间无显著差异。

15% 茚虫威悬浮剂和 5% 虱螨脲+10% 茚虫威乳油对小菜蛾的室内毒力效果较差。

2.2 小菜蛾田间试验结果

由表 2 可见,各配方对小菜蛾的校正防效差异较大,且从药后 1~7 d 结果看,除药剂 50 g/L 虱螨脲乳油+8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂在药后第 2 天防效略降外,最终防效在 60% 以上的其他配方防效均呈明显增长趋势。

5% 氟铃脲+10% 丁醚脲+5% 虫螨腈悬浮剂对小菜蛾的速效性最好且防效最高,第 2 天防效即达 65% 以上,第 7 天达到 92.02%,整体来看对小菜蛾的防效明显优于其他处理组;但该药剂对菜心不安全,药后第 2 天菜心新叶部分叶片开

始变黄,第 3 天时大部分菜心新叶均表现出药害症状,药后 10 d 仍未恢复。此外,1% 阿维菌素+15% 丁醚脲+5% 虫螨腈悬浮剂和 5% 虫螨腈+10% 茚虫威+2% 甲维盐悬浮剂对小菜的防效也较高,第 7 天防效均在 82% 以上。且两者之间无显著差异。2% 甲维盐悬浮剂+22% 氰氟虫腙悬浮剂、50 g/L 虱螨脲乳油+8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂、22% 氰氟虫腙悬浮剂防效相近,药后第 7 天,防效均在 61% 以上,三者间差异未达极显著水平,但 2% 甲维盐悬浮剂+22% 氰氟虫腙悬浮剂整体防效略好。

15% 茚虫威悬浮剂和 5% 虱螨脲+10% 茚虫威乳油对小菜蛾的田间防效较差,最高防效均未达 30%。

3 结果与讨论

氰氟虫腙(metaflumizone)是德国巴斯夫公司和日本农药公司联合开发的一种全新的化合物,属于缩氨基脲类杀虫剂,

表 2 9 种药剂对菜心小菜蛾的田间防治效果

药剂编号	用量 (mL/L)	药前基数 (头)	施药第 1 天			施药第 2 天			施药第 3 天		
			虫数 (头)	减退率 (%)	校正防效 (%)	虫数 (头)	减退率 (%)	校正防效 (%)	虫数 (头)	减退率 (%)	校正防效 (%)
1	1	47	37	21.28	19.90 ± 3.31BCD	31	34.75	35.12 ± 2.54BC	27	42.55	42.22 ± 1.24D
2	1	62	38	37.1	35.99 ± 1.90A	43	30.65	31.04 ± 1.85C	32	48.39	48.09 ± 2.81CD
3	1	54	40	25.93	24.63 ± 2.88BC	35	35.19	35.55 ± 3.19BC	31	42.59	42.26 ± 2.85D
4	1.4	98	58	40.82	39.77 ± 2.08A	34	65.31	65.50 ± 0.59A	28	71.43	71.26 ± 0.59A
5	2	74	52	30.18	28.96 ± 1.65AB	47	37.39	37.74 ± 1.95BC	31	58.11	57.87 ± 2.35BC
6	2	44	40	9.09	7.50 ± 2.31EF	31	29.55	29.95 ± 5.22C	24	45.45	45.14 ± 4.76D
7	1.5	43	38	11.63	10.08 ± 1.36DEF	24	44.19	44.50 ± 1.34B	18	59.68	59.46 ± 2.81B
8	2	56	46	17.86	16.41 ± 4.81CDE	46	17.86	18.32 ± 3.96D	46	17.86	17.38 ± 2.74E
9	2	34	32	5.88	4.23 ± 1.73F	32	5.88	6.42 ± 3.38E	33	3.92	3.37 ± 0.99F
CK	—	58	57	1.72	—	59	-0.57	—	59	0.57	—

药剂编号	用量 (mL/L)	药前基数 (头)	施药第 5 天			施药第 7 天		
			虫数 (头)	减退率 (%)	校正防效 (%)	虫数 (头)	减退率 (%)	校正防效 (%)
1	1	47	22	54.61	58.43 ± 1.72C	19	60.28	61.17 ± 2.50BC
2	1	62	25	60.22	63.57 ± 1.30BC	23	62.9	63.74 ± 1.82B
3	1	54	22	60.49	63.82 ± 1.49BC	20	63.58	64.40 ± 1.60B
4	1.4	98	22	77.55	79.44 ± 1.08A	8	91.84	92.02 ± 0.58A
5	2	74	22	71.17	73.60 ± 1.09AB	13	82.43	82.83 ± 0.76A
6	2	44	20	54.55	58.37 ± 2.40C	22	50.76	51.87 ± 2.67C
7	1.5	43	12	72.09	74.44 ± 0.00AB	5	89.15	89.39 ± 0.76A
8	2	56	43	23.21	29.68 ± 4.33D	42	25	26.69 ± 4.39D
9	2	34	29	14.71	21.89 ± 3.11D	29	16.67	18.54 ± 3.46D
CK	—	58	64	-9.2	—	60	-2.3	—

能有效防治鳞翅目害虫。试验以此为对照,在该药剂使用频率较高的地区进行,通过室内生测和大田试验相结合的方式,从两个方面对各药剂进行验证,寻找高效的轮换使用药剂,以期为农民用药提供科学合理的指导。

试验结果表明,50 g/L 虱螨脲乳油 + 8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂对小菜蛾的室内毒力效果明显优于田间试验防效,22% 氰氟虫腓悬浮剂的田间防控效果较室内效果也略差,而 1% 阿维菌素 + 15% 丁醚脲 + 5% 虫螨脲悬浮剂的田间防效明显优于室内毒力,可能是由于近两年试验地区使用 50 g/L 虱螨脲乳油 + 8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂和氰氟虫腓的频率较高,导致小菜蛾产生抗性,已有文献报道华南和浙江等部分地区小菜蛾对不同药剂已产生抗性,2011 年华南部分地区小菜蛾田间种群对氯虫苯甲酰胺已产生严重抗性<sup>[12]</sup>,浙江金华地区小菜蛾对氯虫苯甲酰胺也产生了一定的抗性,对茚虫威产生了相对较高的抗性<sup>[14]</sup>。22% 氰氟虫腓悬浮剂添加甲维盐后对小菜蛾的防控效果有所提高,韩红娥等报道甲维盐与毒死蜱、三氟氯氰菊脂混配以及甲维盐与氟啶脲(a. i. 为 1 : 10)复配能分别增强对甘蓝小菜蛾和斜纹夜蛾的防控效果<sup>[15-16]</sup>。5% 氟铃脲 + 10% 丁醚脲 + 5% 虫螨脲悬浮剂对小菜蛾的室内和田间防控效果最好,但试验用量下在菜心上有药害<sup>[17]</sup>应慎用,可能是氟铃脲在菜心上易产生药害所致,且与丁醚脲混配增加了产生药害的风险。唐大江报道,在高温强阳光下(7—8 月)氟铃脲单剂和复配剂在棉花生长前期使用易产生药害,对棉花生长有影响<sup>[18]</sup>。

通过室内和大田试验对试验药剂进行综合防效筛选,5% 虫螨脲 + 10% 茚虫威 + 2% 甲维悬浮剂、1% 阿维菌素 + 15%

丁醚脲 + 5% 虫螨脲悬浮剂对小菜蛾的室内毒力和田间防控效果好且较安全。由于高频率地使用 50 g/L 虱螨脲乳油 + 8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂和 22% 氰氟虫腓悬浮剂,使该地区小菜蛾对此产生了不同程度的抗性,降低了防控效果。

高剂量使用化学农药不但增加了用药成本,还提高了农药在蔬菜中的残留,影响人体健康。十字花科蔬菜营养价值较高,各种维生素含量一般均高于其他蔬菜,已被列入十大健康食品<sup>[19]</sup>。且十字花科蔬菜具有较强的抗氧化作用,能够提高免疫力,增进人体健康。美国国立癌症研究所研究发现,十字花科蔬菜提高机体免疫力的功效相当于临床使用的同类药物<sup>[20]</sup>。因此科学合理地使用化学农药,降低蔬菜中的农药残留显得尤为重要,在小菜蛾抗药性日趋加重的今天,提高防控效果、延缓抗性加重成为防控工作的首要任务,建议在做好生物防治和农业防治的基础上,抓好用药时机,对化学农药轮换用药,以使防效达到最佳。

参考文献:

[1] 张 辉,许方程,李文凤. 11 种杀虫剂对小菜蛾的室内毒力活性测定[J]. 温州农业科技,2012(1): 17 - 20.  
[2] Talekar N S, Shehon A M. Biology, ecology and management of the diamondback moth[J]. Annu Rev Entomol, 1993, 38(1): 275 - 301.  
[3] Hardy J E. *Plutella maculipennis* Curt. : Its natural and biological control in England[J]. Bulletin of the Entomological Research, 1938, 29(4): 343 - 372.

阿里木,李中邵,克热曼,等. 杨十斑吉丁虫的生物学特性及防治技术[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):119-121.

# 杨十斑吉丁虫的生物学特性及防治技术

阿里木<sup>1</sup>, 李中邵<sup>2</sup>, 克热曼<sup>1</sup>, 牛春林<sup>2</sup>, 赵梅<sup>3</sup>

(1. 新疆维吾尔自治区林业科学研究院, 新疆乌鲁木齐 830000; 2. 新疆维吾尔自治区克拉玛依供水公司, 新疆克拉玛依 834000; 3. 新疆维吾尔自治区克拉玛依市森防站, 新疆克拉玛依 834000)

**摘要:** 为了有效控制杨十斑吉丁虫的危害, 采用野外观察和室内饲养相结合的方法, 研究杨十斑吉丁虫的生活史及生物学特性。结果表明, 杨十斑吉丁虫在克拉玛依市 1 年发生 1 代, 以老熟幼虫在树干木质部内越冬, 主要危害杨树, 严重时可导致树木死亡。通过对该虫防治技术的研究, 表明 5% 吡虫啉乳油 900 倍液 + 40% 氧乐果乳油 900 倍液的混合药剂, 2% 噻虫啉微囊悬浮剂分别是防治杨十斑吉丁虫幼虫、成虫较为理想的药剂。

**关键词:** 杨十斑吉丁虫; 生物学特性; 防治技术

**中图分类号:** S763.306.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)07-0119-03

杨十斑吉丁虫 (*Melanophila picta* Pallas) 是我国西北地区杨树的一种毁灭性蛀干害虫, 广泛分布于新疆、甘肃、宁夏和内蒙古等地<sup>[1]</sup>, 是西北防护林、城市行道树、公路沿线杨树的一种重要害虫。近年来, 杨十斑吉丁虫对新疆克拉玛依地区俄罗斯杨和少量新疆杨的危害严重, 据调查, 2009 年杨十斑吉丁虫对克拉玛依造林减排作业区的危害面积达到 3 333.3 hm<sup>2</sup>, 其中较严重的为 1 333.3 hm<sup>2</sup>, 平均被害株率为 50%, 危害严重区域高达 80%, 被严重危害植株的虫口密度可达 120~160 头/m 标准枝, 有的甚至高达 400 头/m 标准枝。国内有关杨十斑吉丁虫生物学特性的系统研究较少, 为

了有效地控制杨十斑吉丁虫在新疆克拉玛依地区的危害和蔓延, 摸清其生活规律, 并对其形态特征、生物学特性和发生规律进行系统观察研究, 需要进一步研究杨十斑吉丁虫的生物学特性及成灾规律, 并确定防治关键时期, 为今后科学有效防控杨十斑吉丁虫奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

本试验于 2010 年 5 月至 8 月进行, 被调查地点为克拉玛依市的造林减排作业区。

### 1.2 生物学特性观察

试验采用林间调查与室内饲养相结合的方法。(1) 林间调查。在林间设置调查样地, 样地内株数不少于 100 株, 在样地中采用“Z”字形或隔几株树选 1 株标准株的方法选 10 株标准株。用油漆编号及 GPS 定位, 以便于定期观测。调查时详细记录样株胸径、树高、杨十斑吉丁虫的危害程度等。从每

收稿日期: 2012-12-19

基金项目: 新疆克拉玛依市科技局管理项目(编号: SK2009-06)。

作者简介: 阿里木(1976—), 男, 新疆库尔勒人, 助理研究员, 研究方向为林业有害生物防治。E-mail: 373260238@qq.com。

通信作者: 赵梅, 硕士, 主要从事动物生态学研究。E-mail: 1584302911@qq.com。

[4] 柯礼道, 方菊莲. 小菜蛾生物学的研究: 生活史、世代数及温度关系[J]. 昆虫学报, 1979, 22(3): 310-318.

[5] Sarfraz M, Keddie A E, Dosdall L M. Biological control of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), using parasitoids and bacteria: A review[J]. Biocontrol Science and Technology, 2005, 15(8): 763-789.

[6] Shehon A M. Management of the diamondback moth: de'ja' VU all over again? [C]//Endersby N M, Ridland P M. Management of diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Fourth International Workshop Melbourne. Melbourne, Australia: Department of Natural Resources and Environment, 2004: 3-8.

[7] 剡根姣, 杨敏丽, 李建涛. 牛心朴子提取物对小菜蛾的生物活性研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(9): 205-208.

[8] 沈福英. 小菜蛾抗药性治理及研究进展[J]. 河北农业科学, 2010, 14(8): 58-60.

[9] 陈之浩, 程罗根, 张晓飞, 等. 小菜蛾抗药性分子遗传机理的探讨与分析[J]. 植物保护学报, 2005, 32(1): 67-70.

[10] 罗雁婕, 吴文伟, 杨祚斌, 等. 小菜蛾抗药性及治理的研究进展[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(增刊): 178-182.

[11] 顾中言, 许小龙, 韩丽娟. 江苏部分地区小菜蛾对常规农药的抗药性[J]. 江苏农业学报, 2001, 17(1): 34-38.

[12] 胡珍娣, 陈焕瑜, 李振宇, 等. 华南小菜蛾田间种群对氯虫苯甲酰胺已产生严重抗性[J]. 广东农业科学, 2012(1): 79-81.

[13] 杨佩梅. 5.5%阿维菌素+烯啶虫胺乳油防治棉花蚜虫田间药效试验[J]. 现代农业科技, 2010(12): 143.

[14] 章金明, 宋亮, 黄芳, 等. 不同地区小菜蛾对氯虫苯甲酰胺和茚虫威的抗性初报[J]. 浙江农业科学, 2012(6): 857-861.

[15] 韩红娥, 杨萌, 韩庆华, 等. 甘蓝小菜蛾常用单剂及甲维盐混剂药效试验研究[J]. 现代农业科技, 2010(12): 140-141.

[16] 罗香文, 刘建宇, 程菊娥, 等. 甲维盐与氟啶脲复配剂对斜纹夜蛾的毒力测定及田间药效试验[J]. 长江蔬菜, 2010(3): 50-51.

[17] 农业部农药鉴定所. 杀虫剂防治棉铃虫[C]. 海口: 第十七届全国农药药效试验总结暨技术交流会, 2010: 67-68.

[18] 唐大江. 氟铃脲乳油对棉花药害的调查[J]. 安徽农业通报, 2006, 12(2): 72.

[19] 十大健康食品[J]. 深圳质量, 2004(3): 40-41.

[20] 多食用十字花科蔬菜有益健康[J]. 北方园艺, 2012(9): 56.