

小菜蛾合成性信息素田间诱蛾活性

刘 珣 张钟宁 孔 杰

(中国科学院动物研究所)

J. A. Pickett

(英国洛桑试验站)

潘永成

(北京通县科委)

谢贻格 顾洁尘

(苏州市农科所)

摘 要

本文介绍了应用小菜蛾 *Plutella xylostella* 合成性信息素, 顺-11-十六碳烯醛和顺-11-十六碳烯乙酸酯以及增效成份顺-11-十六碳烯醇的天然橡胶诱芯, 于1982年和1983年在北京郊区和苏州郊区进行田间诱蛾试验。顺-11-十六碳烯醛和顺-11-十六碳烯乙酸酯的比例为5:5, 另加入10%的顺-11-十六碳烯醇制成50微克的诱芯, 诱蛾效果最高, 超过5头活雌蛾。按以上成份比例和载量, 含有1%或5%的反式异构体时, 诱蛾效果低于纯顺式异构体, 但仍有较强的诱蛾活性。当反式异构体含量为1.5%时, 诱蛾效果相当于3头活雌蛾。用以上3种成份, 纯顺式或含有1.5%反式异构体, 制成的诱芯在北京郊区和苏州郊区于春季或秋季均可测出蛾高峰, 可有效地用于虫情测报。

小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 是危害十字花科作物的世界性大害虫。在我国各地对多种蔬菜危害严重。Tamaki等 (1977) 报道了小菜蛾性信息素的有效成分为顺-11-十六碳烯醛和顺-11-十六碳烯乙酸酯。Chisholm等 (1979) 和 Koshihara等 (1978) 研究了合成性信息素的田间诱蛾活性。他们发现两种成分-醛和乙酸酯的比例分别为7:3或6:4时, 诱蛾效果最好。并发现顺-11-十六碳烯醇具有明显的增效作用 (Koshihara等, 1980)。最近报道微量的顺-9-十四碳烯乙酸酯对上述3种成分也有进一步的增效作用 (Chisholm等, 1983)。

本文报道应用合成并经纯化的顺-11-十六碳烯醛和顺-11-十六碳烯乙酸酯作为性信息素与含有少量顺-11-十六碳烯醇或少量反式异构体的样品, 以天然橡胶塞为载体, 在不同载量下进行田间诱蛾试验比较, 以期明确顺-11-十六碳烯醇和各成分的反式异构体的含量以及诱芯不同载量对诱蛾活性的影响。并用3种成份的诱芯在北京、苏州等地监测了田间雄蛾发生的动态。

一、材料和方法

1. 合成

用1, 10-癸二醇或10-十一烯酸为原料合成顺-11-十六碳烯醇、顺-11-十六碳烯醛和

顺-11-十六碳烯乙酸酯以及各反式异构体(刘珣等, 1984)。合成产物经硝酸银-硅胶层析柱纯化得纯顺式异构体。异构体含量经液晶色谱柱测定。

2. 田间诱捕

把含有不同成分和不同载量的性信息素天然橡胶诱芯悬挂于三角形粘胶诱捕器中或放置于高出水面 1 厘米的水盆诱捕器上。天然橡胶塞预先用乙醇抽提, 再经真空去掉挥发性物质。性信息素成分用重蒸纯化的已烷配成溶液, 滴加到诱芯上。活雌蛾对比试验是由田间采集小菜蛾蛹, 单管饲养。俟羽化后两天, 把未交配的雌蛾放于尼龙纱网内, 悬于诱捕器中, 3 天更换一次。诱捕器置于菜地中, 高出菜棵 1 尺。诱捕器间距为 10—15 米。每种处理设 3 个重复, 每日检查诱捕雄蛾数。数据按 3 天一组经统计处理。表中数字后注有相同字母者表明在 10% 水平上没有显著差异。

二、结果与讨论

1. 合成性信息素与活雌蛾的田间诱蛾活性

1982 年 10 月在苏州应用 3 种诱芯 I、II、III, 两种载量 20 微克、100 微克与未交尾活雌蛾 3 头和 5 头进行诱蛾效果比较。试验在元白菜田中进行, 应用三角形粘胶诱捕器。诱芯 I 是纯化的顺-11-十六碳烯醛、顺-11-十六碳烯乙酸酯和顺-11-十六碳烯醇, 配比 5: 5: 0.1。诱芯 II 是诱芯 I 中各含 1.5% 的反式异构体。诱芯 III 是顺-11-十六碳烯醛和顺-11-十六碳烯乙酸酯, 配比 5: 5。每种处理 3 个重复, 共进行 6 天试验。结果见表 I。

表 1 小菜蛾性信息素诱芯与未交配活雌蛾的田间诱蛾效果

(苏州, 1982年10月20日至25日)

Table 1 Field attractiveness of diamondback moth sex pheromonal lures and virgin females

(Su Zhou, 20 Oct.—25 Oct, 1982)

诱芯	I		II		III		未交尾活雌蛾 (头)	
载量 (微克)	20	100	20	100	20	100	3	5
雄蛾数/诱捕器/天	16.6a	7.4b	6.2b	3.2c	2.8c	0.8d	4.6b	13.9a
雄蛾总数 (头)	299	134	112	57	51	14	83	251

注: I 顺-11-16醛; 顺-11-16乙酸酯; 顺-11-16醇 = 5: 5: 0.1

II I 中含 1.5% 反式异构体

III 顺-11-16醛; 顺-11-16乙酸酯 = 1: 1

从表 1 看出, 在小菜蛾性信息素两种成分中加入 1% 的顺-11-十六碳烯醇(诱芯 I), 诱蛾效果大大增加, 比两种成分的诱芯 III 增效 6—10 倍, 20 微克载量的诱效超过 5 头活雌蛾。Koshihara 和 Yamada (1980, 1981) 曾报道相当于诱芯 I 的成分, 100 微克载量的诱效稍好于 10 微克的载量和 5 头活雌蛾。但我们试验结果诱芯 I、II 和 III 的低载量 (20 微克) 均

比高载量(100微克)的诱效为高。这可能由于20微克载量的散发速率更接近于自然状况。在3种成分中各含1.5%的反式异构体(诱芯Ⅰ),诱蛾活性则明显下降,但仍较两种成分的诱芯Ⅲ为高,稍好于3头活雌蛾。虽然曾有报道3种成分的反式异构体分别单独加到两种成分(醛和乙酸酯)的信息素中时,均有不同程度的增效作用(Ando等,1979),但3种反式异构体同时存在时,可能由于互相干扰作用,反而降低诱效。

2. 不同载量对田间诱蛾活性的影响

鉴于诱芯载量对诱蛾活性有较大的影响,于1983年9月在北京郊区用诱芯Ⅰ,4种不同载量10、50、100、200微克,在大白菜田中用水盆诱捕器进行30天的诱蛾试验,每种处理3个重复。结果见表2。

表2 不同载量的诱芯田间诱蛾效果(北京郊区1983年9月1日至30日)

Table 2 field attractiveness of diamondback moth sex pheromonal lures with different loadings(Beijing Suburbs, 1—30 September 1983)

日期 载量微克 (μg)	1—3	4—6	7—9	10—12	13—15	16—18	19—21	22—24	25—27	28—30	总计
10	409	406	336	219	224	192	17	23	29	31	1,886ab
50	369	500	542	197	214	155	43	34	44	68	2,166a
100	205	319	274	173	255	165	78	70	40	94	1,673b
200	157	253	284	126	146	131	59	47	40	97	1,340c
对照	5	2	9	1	1	5	0	0	0	0	23

注:诱芯成分:顺-11-16醛:顺-11-16乙酸酯:顺-11-16醇=5:5:0.1

从表2看出50微克载量的诱蛾效果最高,其次是10微克和100微克,而200微克的诱蛾效果较低。在前9天内第一天10微克的诱蛾量最高,随后每天的诱蛾量都是50微克的最为突出。表2中10微克与100微克载量的诱效相近。这与Koshihara等(1980)的结果相一致。从最后3天的诱效相比较(此时可能出现一个小蛾群,见表5),100微克和200微克的诱芯在田间放置一段时间后,其散发速率尚能接近自然状况,因而还有较好的诱效。1982年的田间试验结果(见表1)也表明低载量(20微克)比高载量(100微克)的诱效更好。可能20微克至50微克的诱芯的散发速率更接近于活雌蛾。已有报道梨小食心虫的高效诱芯散发速率恰与活雌蛾的相当(Baker等,1980)。综合高效和持效两方面考虑,50微克对小菜蛾是适宜的载量。

3. 不同醇含量对田间诱蛾活性的影响

我们于1983年9月在北京郊区用醛和乙酸酯,配比1:1,加入不同量的醇,1%、5%、10%和20%制成50微克载量的诱芯,在大白菜田中用水盆诱捕器进行12天的诱蛾试验。每种处理3个重复。结果见表3。

表3表明10%醇含量的诱芯诱效最高,其顺序如下10%>5%>20%>1%,10%和1%的诱效有显著性差异。在12天内共出现3次小高峰。每次小高峰期诱蛾总数如表4。

比较三次诱蛾小高峰的诱蛾总数,10%醇含量的诱效最高。5%醇含量的次之,但无显著性差异。除高峰期外,10%醇含量的诱芯效果也较其它含量的为好。

表 3 不同醇含量的诱芯田间诱蛾效果(北京郊区,1983年9月1日至12日)

Table 3 field attractiveness of diamondback moth sex pheromonal lures with different contents of (Z)-11-16OL(Beijing Suburbs, 1—12 September 1983)

日 期 醇含量(%) (Z)-11-16OL	1—3	4—6	7—9	10—12	总量
1	369	500	542	197	1,608c
5	631	728	488	270	2,117ab
10	701	657	587	311	2,256a
20	662	521	424	209	1,816bc
对照	5	2	9	1	17

注: 诱芯中顺-11-16醛:顺-11-16乙酸酯=1:1 诱芯载量50微克

表 4 不同醇含量的诱芯在3次诱蛾小高峰中的效果

Table 4 field attractiveness of diamondback moth sex pheromonal lures with different contents of (Z)-11-16OL at three peaks of catch

醇含量 (%) (Z)-11-16OL	诱 捕 雄 蛾 数			
	9月2日	9月4日	9月7日	总 计
1	197	264	367	828
5	301	438	244	983
10	351	356	309	1,016
20	316	262	206	784

注: 诱芯中顺-11-16醛:顺-11-16乙酸酯=1:1 诱芯载量50微克

Koshihara等(1980、1981)曾报道了在不同季节下,不同醇含量对诱蛾活性的影响。他们得到的结果是在夏季醇含量1%和10%,而在冬季仅有1%可以增加诱蛾活性。我们的试验进行期间的平均气温为22℃。这与我国华北、华东和华南地区小菜蛾全年发生的两个高峰季节的平均气温相接近。例如北京郊区春峰5—6月,平均气温19.7—24.1℃,秋峰8月至9月,平均气温24.6—20.9℃。杭州地区春峰5—6月,平均气温19.9—24.1℃,秋峰9—10月,平均气温24.9—18.3℃(柯礼道等,1980)。广州地区春峰1—4月,秋峰10—12月平均气温18—25℃(陈隆岭等,1982)。同时在此温度下(23℃)顺-11-十六碳烯醇的散,发速率($t_{1/2}$ 432天)比乙酸酯($t_{1/2}$ 635天)为快(Butler等,1979、1981)。因此为了延长诱芯诱效,采用5%或10%醇含量的诱芯测报小菜蛾雄蛾高峰期是适宜的。

4. 不同反式异构体含量对田间诱蛾活性的影响

从表 1 中看出含有 1.5% 反式异构体的诱芯 II 的诱效较差于纯成分的诱芯 I, 但仍略好于 3 头活雌蛾。考虑到合成含有少量异构体的成分较获得纯样品更容易而经济, 便于推广。因此于 1983 年 9 月在北京郊区用含有不同量 1%、5% 和 10% 的反式异构体的 3 种成分, 醛、乙酸酯、醇, 配比 5: 5: 0.5, 制成 50 微克载量的诱芯, 在大白菜田中用水盆诱捕器进行 18 天的诱蛾试验, 每种处理 3 个重复。结果见表 5。

表 5 不同反式异构体含量的诱芯田间诱蛾效果 (北京郊区, 1983 年 9 月 13 日至 30 日)
Table 5 field attractiveness of diamondback moth sex pheromonal lures with different contents of (E)-isomers (Beijing Suburbs, 13—30 September 1983)

日期 反式含 量(%)	13—15	16—18	19—21	22—24	25—27	28—30	总量
1	249	182	63	66	58	121	739a
5	249	174	67	72	57	108	727a
10	195	117	90	51	39	100	592b
对照	1	5	0	0	0	0	6

注: 诱芯成分: 顺-11-16醛; 顺-11-16乙酸酯; 顺-11-16醇 = 5: 5: 0.1 诱芯载量 50 微克

从表 5 看出含有 1% 和 5% 反式异构体的诱芯诱蛾效果极为相近。含有 10% 反式异构体的诱芯诱蛾效果较差。因此从诱效考虑, 诱芯中最好不含反式异构体 (见表 1)。如有反式异构体, 含量不得过高, 以不超过 5% 为宜。表 5 表明含有反式异构体的诱芯仍可用于监测小菜蛾的发生高峰。

5. 应用小菜蛾信息素监测雄蛾田间发生动态

1982 年秋在江苏苏州用诱芯 I 和 II 监测了小菜蛾雄蛾的田间发生动态, 见图 1。于 1983 年在北京郊区用诱芯 1 监测了小菜蛾雄蛾全年田间发生动态, 见图 2。诱芯载量为 20 微克, 每两星期更换一次。1982 年采用粘胶诱捕器, 1983 年采用水盆诱捕器。

图 1 表明纯成分诱芯和含有 1.5% 反式异构体的诱芯所测得的小菜蛾雄蛾田间发生动态具有很一致的趋势, 但前者具有较高的诱效。图 1 表明在 9 月 18 日至 10 月 22 日期间有两个雄蛾高峰, 每个高峰期都很一致地分成两个亚峰, 这可能由于世代重叠的缘故。在 9 月份高峰期, 曾有 8 代同时发生的报道 (柯礼道等, 1979)。

图 2 表明 5 月中至 6 月中是小菜蛾在北京郊区的春峰季节。7 月至 8 月中由于高温多雨和改换蔬菜茬口, 使得小菜蛾虫口显著下降。8 月下旬至 9 月下旬由于气温适宜又是大白菜生长季节, 因此出现秋峰。1983 年用性信息素监测的结果表明春峰高于秋峰。

结论: 合成的小菜蛾性信息素顺-11-十六碳烯醛和顺-11-十六碳烯乙酸酯以及增效成分顺-11-十六碳烯醇的配比为 5: 5: 1 的天然橡胶诱芯, 载量 50 微克, 诱效最好, 超过 5 头活雌蛾。如含有 1—5% 反式异构体时, 仍有一定诱效但显著降低, 含有 1.5% 反式异构体的诱芯仍与 3 头活雌蛾相当。应用合成小菜蛾性信息素诱芯在南方和北方均能监测

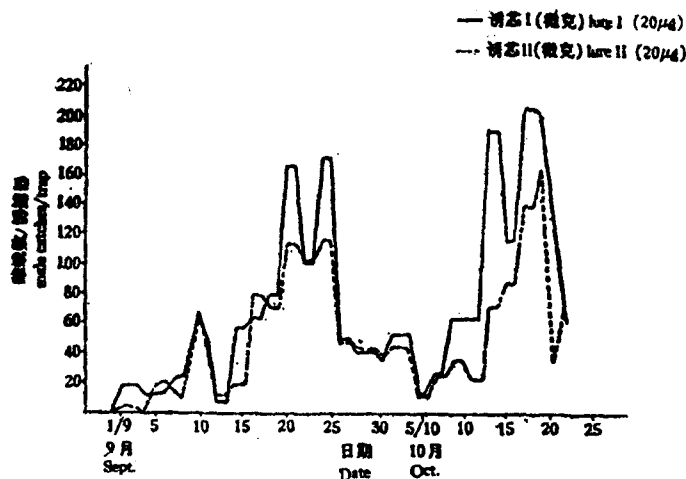


图 1 合成性信息素监测小菜蛾雄蛾田间发生动态 (苏州, 1982年8月28日—10月22日)
Fig. 1 Autumn monthly changes in attraction of male moths to the synthetic lures (Suzhou, 28 Aug.—22 Oct. 1982)

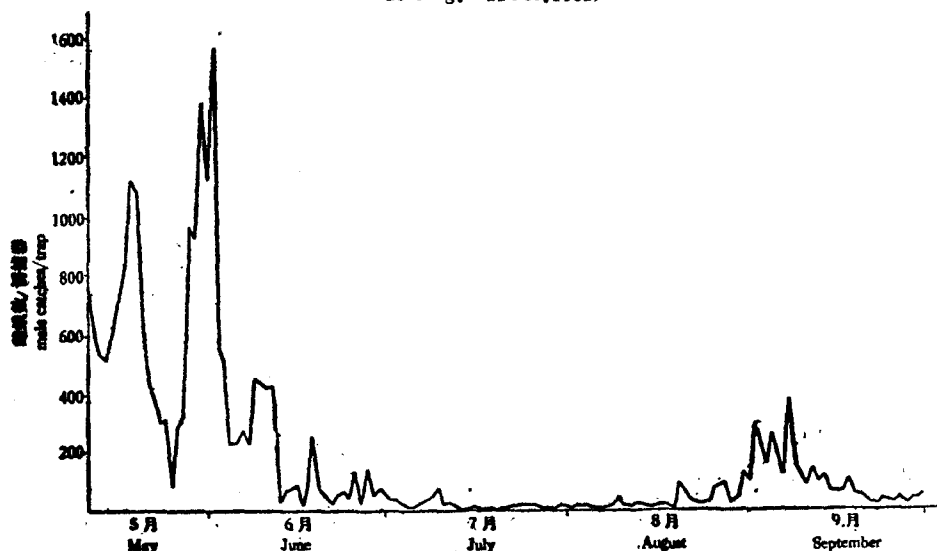


图 2 合成性信息素诱芯 I (20微克) 监测小菜蛾雄蛾全年田间发生动态 (北京郊区, 1983年5月11日—9月30日)
Fig. 2 Seasonal changes in attraction of male moths to the synthetic lure I (20mg) (Beijing Suburbs, 11 May—30 September, 1983)

田间雄蛾发生高峰, 结合田间查幼虫并参考小菜蛾各龄期的历期, 就可测报田间幼虫高峰, 为适时用药进行防治提供依据。

参 考 文 献

- 刘 珣等 1984 小菜蛾性信息素——顺-11-十六碳烯醛和顺-11-十六碳烯乙酸酯的合成. 昆虫激素 1: 46—51.
陈隆岭等 1982 广州菜区小菜蛾发生及其防治. 微生物通讯 3: 8—18.
柯礼道、方菊莲 1979 小菜蛾生物学的研究: 生活史, 世代数及温度关系. 昆虫学报 22: 310—317.
柯礼道、方菊莲 1980 小菜蛾生物学研究——生活习性的观察. 植物保护学报 7: 139—141.
Ando Tetsu, et al. 1979 Electroantennogram activities of sex pheromone analogues and their synergistic effect on field attraction in the diamondback moth. *Appl. Ent. Zool.* 74(3): 362—364.

- Baker T.C., Ring T. Carde and J.R. Miller 1980 Oriental fruit moth pheromone component emission rates measured after collection by glass-surface adsorption. *J. Chem. Ecol.* 6:749—758.
- Butler L.I. and L.M. McDonough 1979 Insect sex pheromones; evaporation rates of acetates from natural rubber septa *J. Chem. Ecol.* 5:825—837.
- Butler L.I. and L.M. McDonough 1981 Insect sex pheromones; evaporation rates of alcohols and acetates from natural rubber septa. *J. Chem. Ecol.* 7:627—633.
- Chisholm M.D., E.W. Underhill and W.F. Steck 1979 Field trapping of the diamondback moth *Plutella xylostella* using synthetic sex attractants. *Environmental Entomology* 8:516—518.
- Chisholm M.D., W.F. Steck, E.W. Underhill and P. Palaniswamy 1983 Field trapping of diamondback moth *Plutella xylostella* using an improved four-component sex attractant blend. *J. Chem. Ecol.* 9:113—118.
- Koshihara Tatsuo, et. al., 1978 Field attractiveness of the synthetic sex-pheromone of the diamondback moth, *Plutella xylostella*(L) *Appl. Ent. Zool.* 13(2):138—141.
- Koshihara Tatsuo and Hideo Yamada 1980 Attractant activity of the female sex pheromone of diamondback moth, *Plutella xylostella*(L) and Analogue. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 24: 6—12.
- Koshihara Tatsuo and Hideo Yamada 1981 Female sex pheromone of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, *JARO* 15:22—28.
- Tamaki Y.K. et al. 1977 (Z)-11-hexadecenal and (Z)-11-hexadecenyl acetate; sex pheromone components of the diamondback moth (Lepidoptera:Plutellidae). *Appl. Ent. Zool.* 12(2):208—210.

FIELD ATTRACTANT ACTIVITY OF THE SYNTHETIC
SEX PHEROMONE OF DIAMONDBACK MOTH,
PLUTELLA XYLOSTELLA

Liu Xun, Zhang Zhongning, Kong Jie

(Institute of Zoology, Academia Sinica)

J. A. Pickett

(Rothamsted Experimental Station, U. K.)

Pan Yongcheng

(Committee of Science and Technology, Tong Xian, Beijing)

Xie Yige and Gu Jiechen

(Institute of Agricultural, Science Su Zhou, Jiang Su)

The sex pheromone components of diamondback moth, *plutella xylostella*, (Z)-11-hexadecenal and (Z)-11-hexadecenyl acetate, were synthesized from 1, 10-decandiol by alkyne route and from 10-undecenoic acid by Wittig reaction with high yields. Attractant activity of mixtures of these chemicals loaded on rubber septa was extensively tested using sticky traps and water traps in the cabbage field in 1982 and 1983 in Beijing suburbs and Su Zhou county, Jiang Su Province. The mixture of (Z)-11-hexadecenal and (Z)-11-hexadecenyl acetate in the ratio of 5:5 at 0.05 mg level with additional 10% of (Z)-11-hexadecenol showed much stronger activity than that of five virgin females. Attractant activity of mixtures of (Z)-11-hexadecenal, (Z)-11-hexadecenyl acetate and (Z)-11-hexadecenol, in the ratio of 5:5:0.1 at 0.05 mg level, containing 1 or 5% (E)-isomers respectively was lower than that of pure (Z) above mixture, but still remained strong. The pheromonal activity of the above mixture containing 1.5% (E)-isomers was equivalent to that of three virgin females. The traps baited with the ternary mixture, pure or containing 1.5% (E)-isomers, have all been used effectively as a monitoring system for the diamondback moth in spring and autumn in Beijing suburbs and Su Zhou county.