

菜粉蝶产卵行为及其影响的生物因素^①

陈建新^② 吴文伟^③ 宋敦伦 管致和

(中国农业大学植物科技学院)

摘要 对菜粉蝶 *Pieris rapae* 的产卵行为观察表明,它先用前足跗节感受植物叶片表面的特征,再用腹端检测适宜产卵的部位,最后才产卵。菜粉蝶对寄主(甘蓝)与非寄主(番茄、烟草)植物的选择和利用,差异极显著;菜粉蝶在甘蓝叶片背面所产的卵量显著多于叶正面;甘蓝附近种植番茄或烟草作为伴生植物,对菜粉蝶在甘蓝上产卵有一定的影响,但差异不显著;甘蓝上有同种卵,对菜粉蝶继续产卵有一定的影响,但差异也不显著。

关键词 菜粉蝶; 产卵行为; 生物因素

分类号 S436.35; S436.341.22; Q965

Oviposition Behavior of Cabbage Butterfly *Pieris rapae* and its Affecting Biological Factors

Wu Wenwei Chen Jianxin Song Dunlun Guan Zhihe

(College of Plant Science & Technology, CAU)

Abstract After the female cabbage butterfly alights on a plant, its oviposition behavior is determined firstly by sensing the features of leaf surface on its fore tarsi. Then the contact by abdomen-tip of the females may play a role in deciding the appropriate parts for oviposition. The butterflies lay eggs singly on their host plant leaves and distribute more on leaf back than in leaf front. Despite of contacting occasionally with tomato or tobacco, they never lay eggs on them. Cabbages intercropped with tomato or tobacco may reduce the butterflies to lay egg on them, and the conspecific eggs on cabbage may also affect egg-laying, but both are not statistically significant.

Key words *Pieris rapae*; oviposition behavior; biological factors

自从 Ehrlich^[1]等报道了蝴蝶与植物协同进化的关系,以及 Chew 等^[2]发表了蝴蝶产卵的综述以来,鳞翅目昆虫产卵行为的研究进展较快^[3],影响其产卵行为的许多因素得到了阐明^[4],尤其是菜粉蝶 *Pieris rapae* 和大菜粉蝶 *P. brassicae*。尽管如此,目前国内外仍存在一些有争议的问题^[5~9]。本工作对菜粉蝶产卵行为和有争议的问题进行了研究。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

菜粉蝶 *P. rapae*, 实验室饲养和直接采自蔬菜地。

饲养条件为温度 28℃, 相对湿度 75%, 每日光照 16 h, 用 10% 的蜂蜜水溶液补充营养。

收稿日期: 1997-10-16

①国家自然科学基金资助项目 39070168

②陈建新, 昆明市云南省农科院植保所, 650205

③吴文伟, 北京圆明园西路 2 号中国农业大学(西校区), 100094

饲主植物为甘蓝 *Brassica oleracea* 中甘 11 号, 番茄 *Lycopersicon esculentum* 佳粉 1 号, 烟草 *Nicotiana tabacum* 普通黄花烟。在温室或网室育苗及种植, 植物生长过程中, 不喷任何农药, 只施有机肥料。

1.2 试验方法

1.2.1 菜粉蝶对寄主与非寄主植物的选择 选择株形大小基本一致的 6 盆番茄和 6 盆甘蓝苗, 按 4 盆番茄苗排左列、4 盆甘蓝苗排右列、2 盆甘蓝与 2 盆番茄苗相间排成中列; 摆在空间为 $1.4\text{ m} \times 0.66\text{ m} \times 0.7\text{ m}$ 的植物生长箱中, 列的间距为 0.5 m 。生长箱内光照充足, 温度 28°C , 相对湿度 75% 。上午 $10:00$, 放入 3 对实验室饲养的菜粉蝶(♀ : ♂ = 1 : 1), 并开始记录它们与各植株的接触次数。中午 $12:00$ 供试植物的左右列调换位置, 列内株与株互换位置, 并重新放入 3 对菜粉蝶; 接着, 同样地观察记录。下午 $16:00$, 调查各植株的着卵量。

1.2.2 菜粉蝶在甘蓝上的产卵行为 在甘蓝苗期, 用 6 个白色尼龙纱及木框制作的生测笼 ($70\text{ cm} \times 55\text{ cm} \times 60\text{ cm}$), 每个先摆进 2 株甘蓝苗, 上午 $10:00$ 放入 5 对菜粉蝶(♀ : ♂ = 1 : 1), 下午 $16:00$, 调查甘蓝不同部位的着卵量; 同时, 还观察了菜粉蝶的产卵行为。

在 $11\text{ m} \times 7\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的网室中, 当 60 株甘蓝处于结球初期时, 第一次放入 30 对菜粉蝶(♀ : ♂ = 1 : 1), 过 10 d 以后, 第二次放入 30 对菜粉蝶(♀ : ♂ = 1 : 1), 其余方法同甘蓝苗期。

1.2.3 伴生植物对菜粉蝶产卵的影响 在 2 间 $3\text{ m} \times 4\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ 的温室中, 每间划分为 3 个小区, 分别进行 3 种不同的处理, 即种植甘蓝、甘蓝与番茄间种、甘蓝与烟草间种。小小区间距为 0.6 m , 每小区种植 2 行, 每行种 7 株; 这 3 种苗的株形大小基本一致。其中, 1 间温室于 3 种植物的苗期进行产卵试验; 另 1 间温室于甘蓝的结球初期, 番茄与烟草处于开花盛期进行产卵试验; 小区之间用 0.6 m 高的银灰色塑料薄膜隔开。上午 $10:00$, 放入 7 对菜粉蝶(♀ : ♂ = 1 : 1), 待其全死后调查每株植物的着卵量。

1.2.4 寄主植物上有同种卵对菜粉蝶继续产卵的影响 在上述植物生长箱中, 摆进株形大小基本一致的 5 盆无卵甘蓝苗与 5 盆有卵甘蓝苗(前 1 d 新产的卵, 各盆卵量分别为 3, 10, 12, 17, 35 粒·株⁻¹; 前者为对照, 后者为处理, 将它们相间地排成 2 行, 每行有 5 株, 行距为 0.5 m ; 上午 $10:00$, 放入 6 对菜粉蝶(♀ : ♂ = 1 : 1), 下午 $16:00$, 调查各株甘蓝上新产的卵量。

2 结果与分析

2.1 菜粉蝶对寄主与非寄主植物的选择

从表 1 可以看出, 菜粉蝶对甘蓝和番茄植物的产卵选择差异极显著。即它与甘蓝的接触次数极显著地高于番茄; 但当甘蓝与番茄相间地放在一起时, 菜粉蝶尽管有时也接触番茄植物, 却从不在其上产卵。菜粉蝶在成片甘蓝上的产卵量, 与在番茄相间的甘蓝上的产卵量, 差异不显著; 但从接触次数与卵量的关系来看, 菜粉蝶在番茄相间的甘蓝上每产一粒卵的接触次数低于在成片甘蓝上, 这可能是由于番茄植物的存在对菜粉蝶的选择行为造成压力, 从而提高了它对甘蓝植物的利用效率(产卵)。

2.2 菜粉蝶在甘蓝上的产卵行为

菜粉蝶在甘蓝上产卵时, 先用前足跗节感受甘蓝叶片表面的特征, 再用腹端检测适宜产卵的部位, 最后才单个地将卵散产于甘蓝叶片上。在甘蓝的不同生育期, 菜粉蝶在叶片正面与背面的产卵量差异极显著, 以背面居多, 这与大田甘蓝地的情况一致(表 2)。

表 1 菜粉蝶对寄主与非寄主植物的选择

| 供试植物 | 菜粉蝶接触次数 | 差异显著性 (新复极差法) | 总着卵量/粒 | 着卵的差异显 著性(t 测验) | 产一粒卵的 接触次数 |
|-------|---------|------------------|--------|--------------------|---------------|
| 甘蓝 | 140 | A | 40 | 1.548 | 3.5 |
| 甘蓝+番茄 | 120+27 | A | 48+0 | | 2.5 |
| 番茄 | 11 | B | 0 | | 0 |

表 2 甘蓝不同生育期菜粉蝶产卵试验结果

| 甘蓝生育期 | 重复株数 | 总着卵量/粒 | | 卵量比值 (叶正面: 叶反面) | 差异显著性(t 测验) |
|-------|------|--------|-------|--------------------|-------------|
| | | 叶正面 | 叶反面 | | |
| 苗期 | 48 | 185 | 2 091 | 1: 11.3 | 7.14** |
| 结球初期 | 60 | 13 | 110 | 1: 8.5 | 4.782** |

** 表示差异显著性达 $P < 0.01$ 水平。

2.3 伴生植物对菜粉蝶产卵的影响

菜粉蝶从不在番茄和烟草上产卵。番茄和烟草伴生甘蓝对菜粉蝶在甘蓝上产卵影响差异不显著, 但番茄伴生时影响作用较大(表 3)。

表 3 伴生植物苗期和花期对菜粉蝶在甘蓝上的产卵量

| 供试植物 | 总卵量/粒 | 苗 期 | | 花 期 | | |
|-------|-------|-------------------------------|-----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
| | | 甘蓝平均着 卵量/粒·株 ⁻¹ | 差异显著性 (方差分析) | 总卵量/粒 | 甘蓝平均着 卵量/粒·株 ⁻¹ | 差异显著性 (方差分析) |
| 甘蓝 | 67 | 4.8 | $F=0.512$ | 210 | 15.0 | $F=1.31$ |
| 番茄+甘蓝 | 0+18 | 2.6 | $F_{0.05}=3.38$ | 0+56 | 8.0 | $F_{0.05}=3.38$ |
| 烟草+甘蓝 | 0+34 | 4.0 | $P>0.05$ | 0+60 | 8.6 | $P>0.05$ |

2.4 甘蓝上有同种卵对菜粉蝶继续产卵的影响

菜粉蝶接触甘蓝的次数要比对照甘蓝的多一些, 但没达到差异显著水平; 菜粉蝶在处理甘蓝上新产的卵, 也比对照甘蓝上新产的卵多, 但没达到差异显著水平; 对照甘蓝上的总着卵量, 显著地少于处理甘蓝上的总卵量; 菜粉蝶新产一粒卵, 与对照甘蓝的接触次数高于原有卵的甘蓝(表 4)。所以, 在甘蓝植物上, 同种卵的存在对菜粉蝶继续产卵有一定影响。

表 4 甘蓝上有同种卵对菜粉蝶继续产卵的影响

| 项目 | 接触甘蓝 次数 | 差异显著性 (t 测验) | 着卵量/粒 | | | 差异显著性(t 测验) | | 新产一粒卵 的着落次数 |
|----|------------|-----------------|-------|-----|-----|-------------|-------|----------------|
| | | | 同种卵 | 新产卵 | 总卵量 | 新产卵 | 总产量 | |
| 处理 | 146 | 1.566 | 77 | 28 | 105 | 2.123 | 2.79* | 5.2 |
| 对照 | 90 | | 0 | 9 | 9 | | | 10 |

* 表示差异显著性达 $P < 0.05$ 水平。

3 结论与讨论

行为观察表明,菜粉蝶在甘蓝上的产卵过程与大菜粉蝶很相似^[3,4,9]。不过,菜粉蝶的卵为单个地散产,而大菜粉蝶则产成卵块。菜粉蝶主要产卵于甘蓝叶片背面,可能是由于叶片背面粗糙,卵易附着,有利于菜粉蝶产卵;同时还受躲避天敌和气候因子的直接影响等。不同生育期的伴生植物对菜粉蝶在甘蓝上产卵有一定影响,但没达到差异显著水平,而 Maguire 认为不同生育期的伴生植物对菜粉蝶在甘蓝上产卵有很大的影响。甘蓝上有同种卵,对菜粉蝶继续在甘蓝上产卵有一定影响,此点和文献[6,7]相同而与文献[8,9]相反。总之,菜粉蝶主要通过前足跗节的化学感受器和腹端部来选择适宜产卵的寄主植物。尽管菜粉蝶有时也接触非寄主植物番茄和烟草,但从不在二者上产卵,这说明它们含有忌避菜粉蝶产卵的活性物质。番茄伴生甘蓝的试验结果进一步表明,番茄对菜粉蝶产卵忌避的活性物质,主要集中于番茄植物的非挥发性成分;而挥发性成分对其产卵有一定的影响,但达不到差异显著水平。

致谢:黄文平、熊德平同学参加了部分工作,特表谢意。

参 考 文 献

- 1 Ehrlich P R, Raven P H. Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution*, 1964, 18: 586~608
- 2 Chew F, Robbins P K. Egg laying in butterflies. In: vane-Wright R I, Ackery P, eds. *The Biology of Butterflies*, Vol 13. London: Academic, 1984, 65~79
- 3 Thompson J N, Pellmyr O. Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. *Ann Rev Ent*, 1991, 36: 65~89
- 4 Renwick J A A, Chew F S. Oviposition behavior in Lepidoptera. *Ann Rev Ent*, 1994, 39: 377~400
- 5 Maguire L A. Influence of surrounding plants on densities of *Pieris rapae* eggs and larvae on collards. *Environ Entomol*, 1984, 13(2): 464~468
- 6 Traynier R M M. Long-term changes in the oviposition behavior of the cabbage butterfly. *Pieris rapae*, induced by contact with plants. *Physiol Entomol*, 1979, (4): 87~96
- 7 黄新培, 管致和. 菜粉蝶对若干植物及本种卵信息素的触角电位(EAG)及产卵忌避反应. *北京农业大学学报*, 1987, 13(3): 299~308
- 8 Schoonhoven L M, Beerling E A M, Braaksma R, van Vugt Y. Does the imported cabbageworm, *Pieris rapae*, use an oviposition deterring pheromone? *J Chem Ecol*, 1990, 16: 1 649~1 655
- 9 Schoonhoven L M, Beerling E A M, Kiljnstra J W, van Vugt Y. Two related butterfly species avoid oviposition near each other's eggs. *Experientia*, 1990, 46: 526~528