

不同寄主植物对斜纹夜蛾生长发育、繁殖及飞行的影响

涂业苟^{1,2}, 吴孔明^{1*}, 薛芳森³, 郭予元¹

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100094;

2. 江西省林业科学院, 南昌 330032; 3. 江西农业大学农学院, 南昌 330045)

摘要: 试验研究表明, 取食不同食物斜纹夜蛾幼虫的发育历期、存活率、蛹重和成虫的羽化率有显著的差别。取食人工饲料的幼虫发育历期最短(18.11 d), 其次为取食甘蓝和大豆(20.13 d 和 20.45 d)。取食人工饲料幼虫存活率达 91.80%, 显著高于取食棉花(75.47%)、甘蓝(73.68%)和大豆(72.22%)的处理。幼虫取食人工饲料、甘蓝、棉花和大豆的成虫寿命和产卵前期没有显著性差别, 但成虫的产卵期、产卵量和卵的发育历期有显著不同。取食人工饲料成虫的飞行能力显著高于取食甘蓝的处理, 而以取食大豆和棉花处理的飞行能力最差。鉴于较差的幼期营养条件并不导致成虫飞翔能力的增加, 斜纹夜蛾的远距离迁飞是成虫对羽化后所处不良环境的行为反应。

关键词: 斜纹夜蛾; 寄主植物; 生长发育; 产卵量; 飞行能力

中图分类号: S435.622 **文献标识码:** A

文章编号: 1002-7807(2008)02-0105-05

Influence of Host Plants on Larval Development, Adult Fecundity and Flight Ability of the Common Cutworm, *Spodoptera litura*

TU Ye-gou^{1,2}, WU Kong-ming¹, XUE Fang-sen², GUO Yu-yuan¹

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China; 2. Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330032, China; 3. Agronomy Department of Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Effects of host plants on larval developmental duration, pupal weight, fecundity and flight ability of the common cutworm *Spodoptera litura*, were investigated in the laboratory. The experimental results indicated that there were significant differences in larval developmental duration and survival rate, pupal weight and adult eclosion while the larvae fed on different host crops. The individuals that fed on the artificial diet presented a larval developmental duration of 18.11 d, which was significantly shorter than those on cabbage (20.13 d), soybean (20.45 d), and cotton (20.76 d). The larval survival rates on the artificial diet (91.80%) were significantly higher than those on cotton (75.47%), cabbage (73.68%) and soybean (72.22%). However, there were no significant differences in the adult longevity and pre-oviposition period among the four treatments. The fecundity for the adult from the artificial diet reached to 2141 eggs per female, which was significantly higher than those on cabbage (1879.5 eggs), cotton (1855 eggs), and soybean (1789.5 eggs). Based on a 15-hour tethered-flight test of the adults, moths from the larvae reared on the cabbage could have a much stronger flight than those from the soybean and the cotton, although it was slower than that from the artificial diet treatment. For the three-days-old moths, the adults from the larvae reared on the cabbage

could fly 6.77 h and 29.02 km, which were significantly higher than those from the soybean by 4.88 h and 18.58 km, and from the cotton by 5.18 h and 18.97 km. These results suggest that the moths from the best host plants in larval stage possess stronger flight ability than those from the poor hosts and migratory activity of the pest, a direct behavior response of the adults to poor environment.

Key words: *Spodoptera litura*; larval food; development; fecundity; flight ability

斜纹夜蛾是一种世界性农业害虫^[1-2],广泛分布于地中海地区和东半球的热带及亚热带地区,我国以长江流域发生较为严重^[3]。斜纹夜蛾寄主种类多,可为害 99 科,290 余种植物^[4],包括棉花、蔬菜、甘蓝、大豆、花生、藕和芋等^[5-6]。由于斜纹夜蛾幼虫对 Bt-Cry1A 杀虫蛋白的高度不敏感性,转 Bt 基因棉花对其的抗性效率较低。随着转 Bt 基因棉花种植面积的增加,棉田鳞翅目害虫防治用药大幅度降低,导致斜纹夜蛾近年来的为害性明显上升,而成为棉花的重要害虫^[7]。国内外已对斜纹夜蛾的生物学习特性、发生规律和化学防治技术等开展过一些研究工作^[4,8-15],但对种群动态的预测预报技术尚缺乏深入的研究。前人的工作已证明斜纹夜蛾是一种远距离迁飞性害虫^[16],因此,研究明确它的迁飞机制对发展预测预报技术有重要意义。本试验在实验室条件下,研究了棉花、大豆和甘蓝以及人工饲料对其生长发育、产卵及飞行能力的影响。

1 材料和方法

1.1 供试虫源及饲养方法

供试虫源 2004 年 9 月采自于湖北农业科学院农场棉田。采集的幼虫使用人工饲料饲养(主要成分为玉米粉、黄豆粉、白糖、酵母粉、抗坏血酸和琼脂粉等物质)^[17]。成虫羽化后放入笼中交配产卵供试。饲养环境条件为温度(25±1)℃,湿度(75±10)%,光照为 16 h。

1.2 幼虫发育与成虫产卵测定

设置幼虫食物处理为棉花叶片、甘蓝叶片和大豆叶片,以人工饲料为对照。将初孵化的幼虫单头放入圆塑料盒(26.5 cm²×2.5 cm)饲养,每盒 1 头幼虫,每天更换寄主植物叶片。幼虫老熟时,除取食人工饲料的在原饲料中化蛹外,其它 3 个处理均在含水量约 12%的土中化蛹。每天观察记载幼虫和蛹的发育进度,化蛹后称重。待成虫羽化后,将雌雄配对置于 942 mL 的玻璃瓶(78.5 cm²×12 cm)中,并饲以 10%的糖水。瓶底放置长约 8 cm 的折叠白纸,供雌蛾产卵,瓶口

用医用纱布蒙住。每天更换糖水和产卵纸,记录成虫的产卵数量直到其死亡。每处理 30~40 对成虫。饲养环境条件同 1.1。

1.3 飞行能力的测试

供试斜纹夜蛾为采用棉花、甘蓝、大豆的叶片和人工饲料分别饲养的 3 日龄和 7 日龄成虫。测试仪器为中国农业科学院植保所研制的昆虫飞行数据微机采集系统。测试前,先用乙醚将蛾子轻度麻醉,然后用毛笔将胸腹部连接处的毛除去,再用 502 胶粘接于长 1 cm 左右的小铜丝上,然后将小铜丝连接于飞行磨的吊臂上。所测蛾子均翅展正常、体重大体相同且粘接良好。预备实验结果表明:乙醚轻度麻醉和 502 胶粘接对斜纹夜蛾成虫的生命力和飞行能力没有不良影响。测试环境条件为(24±1)℃,湿度为 70%左右,完全黑暗。测试时间为 15 h。每个处理测定成虫 25~30 头,飞行指标包括飞行时间、飞行距离、平均速度以及连续飞行超过 8 h 的百分率^[18]。

1.4 数据的统计分析

以上研究所获的幼虫发育历期、蛹重、成虫产卵和寿命以及飞行能力等数据,均采用 SAS 6.12 软件^[19]进行方差分析和平均数的差异显著性分析(Duncan's 多重比较)。

2 结果与分析

2.1 不同寄主作物对斜纹夜蛾生长发育的影响

试验结果表明,取食不同食物斜纹夜蛾幼虫的发育历期、存活率、蛹重和成虫的羽化率有显著的差别(表 1)。取食人工饲料的幼虫发育历期最短(18.11 d),其次为取食甘蓝和 大豆(20.13 d 和 20.45 d)。取食不同食物对斜纹夜蛾预蛹历期影响较小,各处理间无显著差异($p > 0.05$)。取食人工饲料幼虫存活率达 91.80%,显著高于取食棉花(75.47%)、甘蓝(73.68%)和 大豆(72.22%)的处理。幼虫取食人工饲料的个体,蛹重达 0.398 g,显著高于甘蓝(0.275 g)、棉花(0.247 g)和 大豆(0.232 g)。成虫的羽化率亦以取食人工饲料的处理最高,达 90.54%,显著高于

其它 3 种作物($p < 0.05$)。

表 1 寄主植物对斜纹夜蛾幼虫发育及蛹重的影响

Table 1 Effects of host plants on larval development and pupal weight of the common cutworm

幼虫食物	幼虫历期/d	幼虫成活率/%	预蛹历期/d	蛹历期/d	蛹羽化成虫率/%	平均单蛹重/g
人工饲料	18.11±0.16c	91.80±3.54a	1.68±0.08a	8.18±0.22b	90.54±3.43a	0.398±0.006a
棉花	20.76±0.16a	75.47±5.97b	1.71±0.08a	10.64±0.31a	73.61±5.23b	0.247±0.005c
甘蓝	20.13±0.16b	73.68±5.88b	1.76±0.08a	10.79±0.31a	78.40±5.14ab	0.275±0.009b
大豆	20.45±0.15ab	72.22±6.15b	1.73±0.07a	10.97±0.27a	72.06±5.48b	0.232±0.005c

注:表中所列的数据为平均数±标准误。同一列数据后具有不同字母的表示经 Duncan 多重比较后差异显著($p < 0.05$),下同。

2.2 不同寄主作物对斜纹夜蛾成虫产卵及寿命的影响

表 2 显示,幼虫取食人工饲料、甘蓝、棉花和 大豆的成虫寿命和产卵前期没有显著性差别,但 成虫的产卵期、产卵量和卵的发育历期有显著不

同($p < 0.05$)。幼虫取食人工饲料的处理成虫产 卵量达到单雌 2141 粒,显著高于取食甘蓝 (1879.5 粒)、棉花(1855 粒)和大豆(1789.5 粒) ($p < 0.05$)。从图 1 看出,产卵期第 3~5 d 为产 卵高峰期,此后日均产卵量逐渐降低。

表 2 不同寄主植物对斜纹夜蛾成虫产卵及寿命的影响

Table 2 Effects of host plants on adult fecundity and longevity of the common cutworm

幼虫食物	成虫寿命/d	产卵前期/d	产卵期/d	每雌产卵数	卵历期/d
人工饲料	10.05±0.53a	1.95±0.10a	7.40±0.27a	2141.0±121.6a	3.52±0.12b
棉花	9.56±0.52a	2.16±0.12a	6.76±0.30ab	1855.0±141.4b	3.87±0.11a
甘蓝	9.63±0.47a	2.14±0.12a	6.61±0.25ab	1879.5±135.4b	3.79±0.12ab
大豆	9.43±0.51a	2.18±0.12a	6.53±0.26b	1789.5±157.2b	3.82±0.11ab

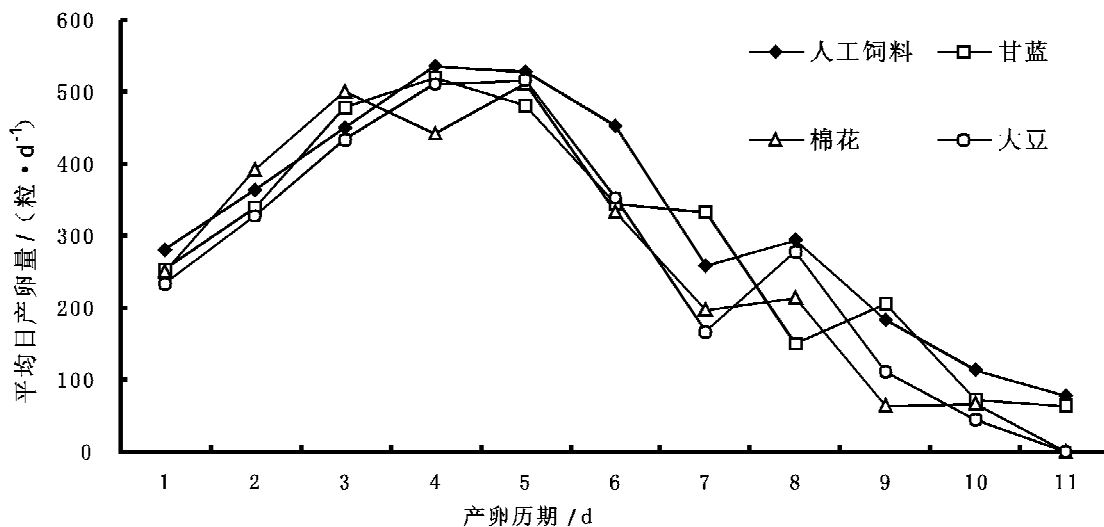


图 1 幼虫取食不同食物时的雌蛾产卵量曲线

Fig. 1 Oviposition curves of female moths from different foods at larval stage

2.3 不同寄主作物对斜纹夜蛾成虫飞行能力的 影响

不同幼期食物斜纹夜蛾成虫的飞行能力有显 著的差别(表 3 和表 4)。取食人工饲料的 3 日龄 成虫的飞行时间达 9.55 h、飞行距离达 42.86 km、平均速度每小时达 4.82 km,显著地高于取 食甘蓝的处理,而以取食大豆和棉花处理的飞行

能力最差。在 15 h 的吊飞测试中,甘蓝饲养的 3 日龄成虫飞行能力显著高于取食大豆和棉花的($p < 0.05$);甘蓝处理的成虫连续飞行超过 8 h 的个 体达 46.43%、超过 30 km 的占 39.29%,也显著 高于大豆的处理($p < 0.05$)。7 日龄成虫的测试 结果,也显示了同样的趋势。表明幼期营养质量 高的成虫具有较强的飞行能力。

表3 寄主植物对斜纹夜蛾成虫(3日龄)飞行能力的影响

Table 3 Effects of host plants on the flight capacity of *Spodoptera litura* (three-day-old adults)

幼虫食物	蛾数	连续飞行超过8 h / %	飞行时间/h	飞行距离/km	平均速度/(km · h ⁻¹)
人工饲料	28	42.86a	7.82±0.79a	28.96±3.33a	3.94±0.17a
棉花	28	10.71bc	3.33±0.60b	11.87±2.25b	3.26±0.12b
甘蓝	27	22.22b	4.54±0.84b	18.61±4.36b	3.48±0.18b
大豆	26	0.00c	3.35±0.50b	11.00±1.66b	3.22±0.10b

注:24℃,吊飞15 h,下同。

表4 寄主植物对斜纹夜蛾成虫(7日龄)飞行能力的影响

Table 4 Effects of host plants on the flight capacity of *Spodoptera litura* (seven-day-old adults)

幼虫食物	蛾数	连续飞行超过8 h / %	飞行时间/h	飞行距离/km	平均速度/(km · h ⁻¹)
人工饲料	30	53.33a	9.55±0.80a	42.86±4.37a	4.82±0.19a
棉花	25	26.92ab	5.18±0.67c	18.97±2.54c	3.54±0.14b
甘蓝	28	46.43ab	6.77±0.94b	29.02±4.93b	3.76±0.19b
大豆	26	20.00b	4.88±0.80c	18.58±3.37c	3.52±0.13b

3 讨论

前人的研究^[4, 8-15]及本文的研究结果皆表明,幼期食物种类对斜纹夜蛾生长发育有着重要的影响。这种影响主要表现在幼虫和蛹的存活率、发育历期、虫体大小等方面。一般而言,斜纹夜蛾幼虫取食对发育有利的食物,其存活率较高、虫体较大,而幼虫取食不利于其发育的食物则死亡率高、虫体小。已有的研究显示,斜纹夜蛾取食槟榔芋、莲藕和甘蓝,幼虫发育较快、死亡率低^[10]。秦厚国等^[12]用6科10种植物喂养斜纹夜蛾幼虫,结果显示取食天南星科和十字花科的斜纹夜蛾生长发育较好,而取食豆科和锦葵科的个体发育缓慢、虫体较小、蛹羽化率低。本试验中斜纹夜蛾取食人工饲料和甘蓝发育较好的结果,一方面证明该人工饲料营养的合理性,另一方面也表明甘蓝比棉花和大豆更适宜斜纹夜蛾幼虫的生长发育。

幼虫食物不仅影响斜纹夜蛾未成熟期的生长发育,而且对成虫的产卵能力也有较大影响。从已有的研究结果来看,有益于幼虫生长发育的食物对成虫的产卵有利。祝树德等^[13]的研究亦表明,幼期取食藕、芋和甘蓝的处理成虫产卵量较高。因此,寄主植物不仅对斜纹夜蛾的幼虫生长发育有重要的影响,而且对其种群的增殖也有较大的影响。

昆虫迁飞的能源物质主要来自幼虫期的营养或成虫期的补充营养^[20]。食物质量和种群密度是影响昆虫迁飞的主要因素。一般来说,昆虫在食物缺乏或质量不高的情况下,便会迁飞,反之则留在本地。如沙漠蝗在拥挤条件下饲养时,个体

发育快,成虫出现迁飞行为^[21]。本研究表明,幼虫期取食不同的食物,其成虫飞行能力差异显著。由于取食不同食物的斜纹夜蛾蛹重存在着显著差异,而这种差异又与成虫的飞行能力高度相关。鉴于较差的幼期营养条件并不导致成虫飞翔能力的增加,可以推论,斜纹夜蛾的远距离迁飞是成虫对羽化后所处不良环境的行为反应。因此,在成虫种群密度较大或成虫取食的蜜源植物和产卵植物缺乏的环境下,斜纹夜蛾成虫可能随气流完成远距离迁飞。此外,成虫羽化后的觅食、寻找配偶和产卵范围等都要通过飞行来完成,由于取食不同植物的斜纹夜蛾成虫的飞行能力存在着显著差异,其相关的行为学和繁殖习性亦可能受到影响。

致谢:本试验完成过程中得到张永军副研究员、梁革梅副研究员以及林克剑、李国平和苏宏华博士的帮助,特此感谢!

参考文献

- [1] BROWN E S, Dewhurst C F. The genus *Spodoptera* in Africa and the Near East [J]. Bulletin of Entomological Research, 1975, 65 : 221-262.
- [2] HOLLOWAY J D. The moths of Borneo; family Noctuidae, triline subfamilies; Noctuinae, Heliolithinae, Hadeninae, Acronictinae, Amphipyrrinae, Agaristinae[J]. Malayan Nature Journal, 1989, 42: 57-226.
- [3] 曹雅忠,罗礼智,郭军. 粘虫生殖和飞翔与幼虫期营养的关系 [J]. 昆虫学报, 1996, 39 (1) : 105-108.
- [4] 章士美,赵泳华. 中国农林昆虫地理分布[M]. 北京: 中国农业出版社,1996.

- [5] SINGH K N, Sachan G C. Developmental behaviour of *Spodoptera litura* (Fabricius) on different varieties sugarbeet [J]. Indian Journal of Entomology, 1982, 44 (3): 252-263.
- [6] GARAD G P, Shivpuje P R, Bilapte G G. Life fecundity tables of *Spodoptera litura* (Fab.) on different hosts [J]. Proceedings of Indian Academy of Sciences, 1984, 93: 29-33.
- [7] 成 猛, 王生元. 2003 年江苏姜堰市棉田斜纹夜蛾大爆发[J]. 中国棉花, 2004, 31(1): 42-43.
- [8] MALLIKARJUNA N, Kranthi K R, Jadhav D R, et al. Influence of foliar chemical compounds on the development of *Spodoptera litura* (Fab.) in interspecific derivatives of groundnut [J]. Journal of Applied Entomology, 2000, 128(5): 321-328.
- [9] CHHIBBER R C, Pathak P K, Bhattaarya A K. Consumption and utilization of different food plants by *Spodoptera litura* (Fab.). Larvae [J]. Indian Journal of Entomology, 1985, 47 (1): 106-110.
- [10] RAMESH A. Growth and development of *Spodoptera litura* (Fab.) on *Hirsutum* cotton in the Punjab [J]. Indian Journal of Entomology, 1993, 20 (1): 37-142.
- [11] MONDAL P, Bhattacharya A K. Consumption, growth, digestibility and efficiency of conversion of some food plants by *Spodoptera litura* [J]. Indian Journal of Entomology, 1998, 60 (1): 62-68.
- [12] 秦厚国, 叶正襄, 黄水金, 等. 不同寄主植物与斜纹夜蛾喜食程度、生长发育及存活率的关系研究 [J]. 中国农业生态学报, 2004, 12 (2): 40-42.
- [13] 祝树德, 陆自强, 陈丽芳. 温度和食料对斜纹夜蛾种群的影响 [J]. 应用生态学报, 2000, 11 (1): 111-114.
- [14] 秦厚国, 叶正襄, 黄水金, 等. 温度和湿度对斜纹夜蛾实验种群的影响 [J]. 棉花学报, 2001, 13 (2): 125-127.
- [15] 秦厚国, 叶正襄, 丁 建, 等. 两种蜘蛛对斜纹夜蛾的捕食作用及模拟模型的研究 [J]. 棉花学报, 2002, 14 (2): 126-129.
- [16] FEAKIN S D. Pest control in groundnuts [M]. PANS Manual, 3rd ed. London: Centre for Overseas Pest Research, Overseas Development Administration, 1973.
- [17] 梁革梅, 谭维嘉, 郭予元. 棉铃虫人工饲料技术的改进 [J]. 植物保护, 1999, 25 (2): 15-17.
- [18] 罗礼智, 李光博, 曹雅忠, 等. 粘虫幼虫密度对成虫飞行与生殖的影响 [J]. 昆虫学报, 1995, 38(1): 38-45.
- [19] SAS Institute. JMPR Statistics and Graphics Guide. Version 4. Cary, NC, USA, 2000.
- [20] ITOYAMA K, Kawahira Y, Murata M et al. Fluctuation of some characteristics in the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) reared under different diets [J]. Applied Entomology and Zoology, 1999, 34 (3): 315-321.
- [21] HUFFAKER C B, Rabb R L.(Ed.). Ecological Entomology[M]. New York: Wiley, 1984, 149-178.
-