

补充营养对梨小食心虫成虫生殖及寿命的影响

鲍晓文¹, 郑 峰², 蔡明飞¹, 仵均祥¹

(1 西北农林科技大学 应用昆虫学重点实验室, 植物保护学院, 陕西 杨凌 712100;

2 陕西省咸阳市植物检疫站, 陕西 咸阳 712000)

【摘 要】 【目的】研究补充不同营养对梨小食心虫成虫寿命和生殖的影响, 为梨小食心虫的人工饲养及其种群动态的准确预测预报提供理论依据。【方法】在温度为 $(26 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 、湿度(RH)为 $(70 \pm 10)\%$ 、光照 LD 15 : 9 的人工气候箱条件下, 以 6 种不同营养物和蒸馏水作为补充营养, 对梨小食心虫进行饲养, 每天观察并记录成虫的产卵、存活及卵的孵化情况。【结果】取食 5% 蜂蜜水处理成虫的产卵前期最短, 显著短于取食 5% 白糖水处理外的其他处理; 以取食糖醋酒液处理成虫的产卵期最长, 显著长于取食蒸馏水和 2.5% 蜂蜜+2.5% 红糖混合液的处理; 单雌产卵量和卵孵化率以取食 5% 蜂蜜水的成虫最高, 分别为 71.20 粒和 95.56%, 而以取食蒸馏水的成虫最低; 取食蒸馏水的雌雄虫寿命最长, 取食 5% 红糖水的雌雄虫寿命最短。取食 5% 蜂蜜水、糖醋酒液和 5% 白糖水处理的产卵高峰出现最早, 均发生于雌虫羽化后的第 6 天。【结论】供试 6 种补充营养对梨小食心虫的繁殖具有明显的促进作用。

【关键词】 补充营养; 梨小食心虫; 成虫寿命; 生殖特性

【中图分类号】 S436.612.2⁺9

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)08-0119-05

Effects of complementary nutrients on adult's reproduction and longevity of oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* Busck

BAO Xiao-wen¹, ZHENG Feng², CAI Ming-fei¹, WU Jun-xiang¹

(1 Key Laboratory of Applied Entomology, College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Xianyang Station of Plant Quarantine, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

Abstract: 【Objective】The research investigated the influence of complementary nutrients on the longevity and reproduction of *Grapholitha molesta* Busck. 【Method】Effects of six kinds of complementary nutrients and distilled water on adult's longevity and reproduction of *G. molesta* were investigated in climate-controlled chambers of $(26 \pm 0.5)^\circ\text{C}$, $RH(70 \pm 10)\%$, LD 15 : 9. 【Result】The treatment fed on 5% honey-water solution had the shortest pre-oviposition period, significantly shorter than other treatments except the females fed on 5% white sugar solution. The females fed on the mixed liquids of sugar-aceticacid-ethanol had the longest period of spawning, which was significantly longer than the females fed on distilled water and mixed liquids of 2.5% honey+2.5% brown sugar. (The females) the maximum egg laying amount and hatching rate appeared in the treatment fed on 5% honey-water solution, reached 71.20/♀, and 95.56% respectively. But the treatment fed on distilled water had the lowest egg laying amount and hatching rate. The longest longevity of adults was the one fed on distilled water, while the shortest was the one fed on 5% brown sugar solution. Laying peak of the treatments appeared on the sixth day after eclosion, which was fed on 5% honey-water solution, mixed liquids of sugar-aceticacid-ethanol and 5% white sugar solution. 【Conclusion】The six kinds of complementary nutrients had obvious effects on the reproduction of

* [收稿日期] 2010-01-19

[基金项目] 农业部公益性行业科研专项(200803006)

[作者简介] 鲍晓文(1983—), 女, 山东胶州人, 在读硕士, 主要从事害虫综合治理研究。E-mail: baomiaowen83@163.com

[通信作者] 仵均祥(1961—), 男, 陕西凤翔人, 教授, 博士生导师, 主要从事害虫综合治理研究。E-mail: junxw@nwsuaf.edu.cn

G. molesta.

Key words: adult nutrient; *Grapholitha molesta* Busck; adults longevity; reproduction feature

梨小食心虫(*Grapholitha molesta* Busck)又名东方蛀果蛾,简称梨小,是世界性的蛀果害虫之一。梨小食心虫个体小,主要蛀梢、蛀果危害;年发生代数多,世代重叠严重,测报防治困难^[1-2]。近年来,我国许多地区梨小食心虫的发生有逐年加重趋势,部分受害严重梨园的虫果率高达 70%以上,严重影响果实的品质和产量^[3]。

昆虫生殖的能源物质主要来自于幼虫期取食积累的营养和成虫期的补充营养,其中补充营养对许多昆虫,特别是鳞翅目、双翅目等昆虫成虫的繁殖具有重要作用。成虫取食的碳水化合物可以转变成糖元,成为卵黄的组成部分^[4-5],同时还可以为成虫提供代谢能量,从而不消耗供卵发生所需的能源^[6]。成虫食物中的微量维生素和矿物质甚至能影响某些鳞翅目昆虫的总卵量^[7]。Boggs^[8]认为,鳞翅目昆虫雌蛾羽化时卵细胞尚未成熟,成虫期的补充营养决定了卵的发生和产卵量的多少。一般情况下,雌蛾取食花蜜或花粉时的繁殖效果较好,如棉铃虫雌蛾羽化后必需取食花蜜其卵细胞才能成熟^[9];粘虫成虫则需要取食糖类作为补充营养,其卵巢才能发育成熟^[10]。李哲^[11]研究证明,在成虫期补充营养的情况下,棉铃虫雌蛾的产卵量、卵质量、孵化率均显著提高,成虫寿命显著延长,表明成虫期的营养补充是繁殖过程中重要的物质和能量来源。

梨小食心虫作为果树生产中的重要害虫,国内外有关其生活习性观察的研究较多,特别是根据其对于糖醋液的趋性,将糖醋液诱杀作为一种重要的测报与防治技术手段^[12-13]。但有关补充营养对梨小食心虫成虫寿命及生殖影响的系统观察研究至今尚未见报道。鉴于此,本研究以 6 种补充营养和蒸馏水为试验材料,在室内较系统地观察了不同补充营养对梨小食心虫成虫寿命和生殖的影响,旨在为梨小食心虫的人工饲养及其种群动态的准确预测预报提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试虫来源

梨小食心虫由西北农林科技大学植物保护学院农业害虫综合治理研究室提供,于 2008-05-06 在陕西省杨凌示范区桃园桃梢上采集梨小食心虫幼虫,置于温度(26 ± 0.5)℃、湿度(RH)(70 ± 10)%、LD

15:9 的人工气候箱中继代饲养,幼虫期饲喂苹果和人工饲料^[14],成虫期饲喂 5% 蜂蜜水,选取 10~12 代当天羽化的成虫用于试验。

1.2 试验设计

试验共设 6 个处理,各处理补充的营养物质分别为 5% 蜂蜜水、5% 白糖水、5% 红糖水、2.5% 蜂蜜+2.5% 白糖混合液、2.5% 蜂蜜+2.5% 红糖混合液和糖醋酒液($V(\text{白糖}):V(\text{醋酸}):V(\text{无水乙醇}):V(\text{水})=3:1:3:80$)^[12],以蒸馏水为对照。

取当天羽化的健康雌、雄梨小食心虫成虫各 5 头,置于放有 1 张硫酸纸(10 cm×20 cm)和 1 个富士苹果(果径为 6~8 cm)的 2 000 mL 烧杯内,用大小一致的脱脂棉球蘸取不同处理营养液作为补充营养源悬挂于烧杯中。将烧杯置于温度(26 ± 0.5)℃, RH 为(70 ± 10)%,光照 LD 15:9 的恒温箱(ZPQ-280 型,哈尔滨东拓科技开发有限公司)中饲养。每个处理重复 3 次。

每天定时观察并记录成虫的产卵和存活情况,直至成虫全部死亡。成虫生殖主要用产卵前期、产卵期、成虫寿命、单雌产卵量和卵孵化率来表示。

1.3 数据处理

试验数据用“平均值±标准差”表示。采用 DPS 统计软件进行分析,利用 Duncan's 法进行处理间的差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 补充营养对梨小食心虫成虫产卵前期和产卵期的影响

从图 1 可以看出,补充营养对梨小食心虫成虫产卵前期和产卵期均有一定的影响($F_{\text{产卵前期}}=3.31, F_{\text{产卵期}}=2.81, P<0.05$)。补充不同的营养对其产卵前期和产卵期的影响程度不同。

梨小食心虫成虫取食蒸馏水时的产卵前期最长,为 5.33 d,显著长于取食 5% 蜂蜜水处理和 5% 白糖水处理,与取食糖醋酒液、2.5% 蜂蜜+2.5% 红糖混合液、2.5% 蜂蜜+2.5% 白糖混合液和 5% 红糖水处理的产卵前期差异不显著。梨小食心虫取食 5% 蜂蜜水时产卵前期最短,显著短于取食 5% 红糖水、2.5% 蜂蜜+2.5% 红糖混合液、2.5% 蜂蜜+2.5% 白糖混合液和蒸馏水处理。由此可见,补充营养明显促进了成虫的卵巢发育和卵的形成,其中以

5%蜂蜜水的作用最为突出。

梨小食心虫成虫取食糖醋酒液时产卵期长达 11 d,显著长于取食蒸馏水和 2.5%蜂蜜+2.5%红糖混合液处理;取食蒸馏水时其产卵期最短,仅为 6 d,显著短于取食糖醋酒液和 5%蜂蜜水处理;取食

5%蜂蜜水、2.5%蜂蜜+2.5%红糖混合液、2.5%蜂蜜+2.5%白糖混合液和 5%红糖水时,成虫产卵期介于上述二者之间,且相互间无显著差异。说明补充营养也有延长产卵时间的作用。

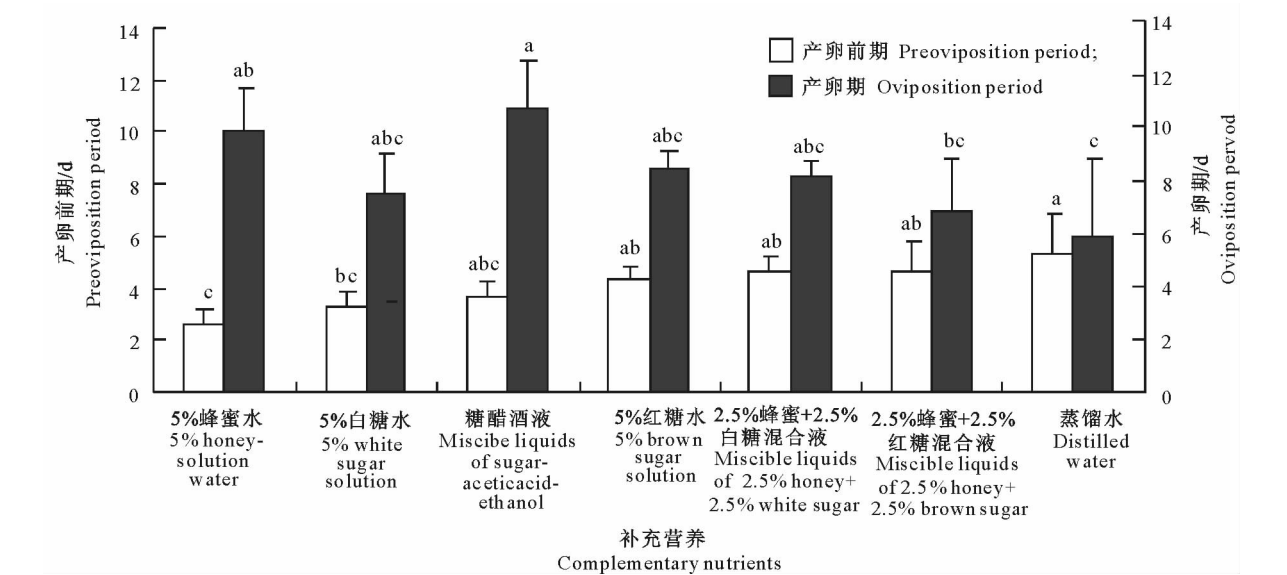


图 1 不同补充营养对梨小食心虫成虫产卵前期和产卵期的影响

同一类型数据标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同

Fig. 1 Effects of complementary nutrients on preoviposition and oviposition periods of *G. molesta* adults

Data belonged to the same category and followed by different letters were significantly different at 0.05 level

2.2 补充营养对梨小食心虫成虫产卵量、卵孵化率和寿命的影响

单雌产卵量和卵孵化率均有一定的影响($F_{\text{单雌产卵量}}=2.39, F_{\text{卵孵化率}}=5.71, P<0.05$),不同补充营养对其影响程度不同。

由表 1 可以看出,补充营养对梨小食心虫成虫

表 1 不同补充营养对梨小食心虫成虫产卵量、卵孵化率和寿命的影响

Table 1 Effects of complementary nutrients on laid egg No., egg hatching rate and adult longevity of *G. molesta*

补充营养 Complementary nutrient	单雌产卵量/粒 No. of egg laid	卵孵化率/% Hatching rate	成虫寿命/d Longevity of adult	
			♂	♀
5%蜂蜜水 5% honey-water solution	71.20±32.68 a	95.56±5.10 a	13.20±3.22 ab	10.28±0.62 c
糖醋酒液 Mixes liquids of sugar-aceticacid-ethanol	59.85±16.71 ab	94.44±1.92 a	14.47±2.57 ab	11.14±1.00 bc
2.5%蜂蜜+2.5%红糖混合液 Mixed liquids of 2.5% honey+2.5% brown sugar	47.47±16.91 ab	93.33±3.33 ab	11.78±3.76 ab	10.37±1.48 c
5%红糖水 5% brown sugar solution	43.32±20.03 ab	91.11±1.92 ab	9.98±0.78 b	8.10±0.79 d
2.5%蜂蜜+2.5%白糖混合液 Mixed liquids of 2.5% honey+2.5% white sugar	31.85±6.74 b	86.67±3.33 ab	14.94±3.03 ab	11.91±0.47 ab
5%白糖水 5% white sugar solution	31.00±4.54 b	84.44±7.70 bc	10.75±2.54 b	8.44±0.32 d
蒸馏水 Distilled water	24.27±20.08 b	75.56±8.39 c	16.70±0.62 a	13.07±0.12 a

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

Note:Data in the same column and followed by different letters were significantly different at 0.05 level.

梨小食心虫成虫取食 5%蜂蜜水时单雌产卵量高达 71.20 粒,显著多于取食 2.5%蜂蜜+2.5%白糖混合液、5%白糖水和蒸馏水时的单雌产卵量;取食蒸馏水时单雌产卵量最少,仅为 24.27 粒。取食糖醋酒液、2.5%蜂蜜+2.5%红糖混合液、5%红糖

水、2.5%蜂蜜+2.5%白糖混合液和 5%白糖水时,其单雌产卵量介于上述二者之间。

梨小食心虫成虫取食 5%蜂蜜水时卵孵化率高达 95.56%,显著高于取食 5%白糖水和蒸馏水的处理;取食蒸馏水时所产卵的孵化率最低,为 75.56%,

除与取食 5% 白糖水处理的差异不显著外,与其他处理均有显著差异。

由表 1 可见,补充营养对梨小食心虫成虫寿命也有影响($F_{雌虫}=2.58, F_{雄虫}=14.71, P<0.05$),且不同补充营养对雌虫和雄虫寿命的影响趋势完全一致,说明梨小食心虫雌虫和雄虫繁殖期间具有相似的营养需求。梨小食心虫雌虫和雄虫均以取食蒸馏水时寿命最长,分别为 16.7 和 13.07 d;取食 5% 红糖水时寿命最短,分别为 9.98 和 8.10 d;取食其他补充营养时,成虫寿命介于上述二者之间。

2.3 补充营养对梨小食心虫成虫日产卵量的影响

由图 2 可以看出,除取食 2.5% 蜂蜜+2.5% 白糖混合液的成虫外,取食其他补充营养的成虫产卵高峰期均集中出现在雌虫羽化后的第 5~11 天,但取食不同补充营养的成虫之间,产卵峰值出现的时间并不完全一致。取食 5% 蜂蜜水、糖醋酒液和 5% 白糖水处理的产卵高峰出现最早,均发生于雌虫羽化后的第 6 天;取食 2.5% 蜂蜜+2.5% 白糖混合液的成虫产卵高峰出现最晚,在开始产卵后的第 14 天出现 1 个突兀的峰值,且日均产卵量极高,达 13.17 粒。

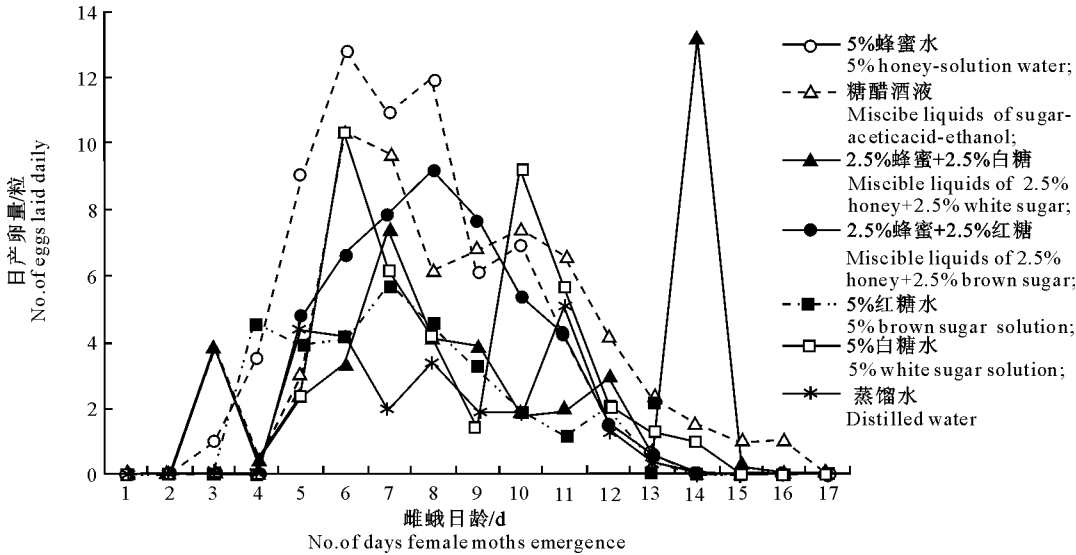


图 2 不同补充营养对梨小食心虫成虫日产卵量的影响
Fig. 2 Effects of complementary nutrients on egg No. laid daily of *G. molesta*

3 结论与讨论

王竑晟等^[15]认为,鳞翅目昆虫雌虫羽化时生殖系统的发育可分为 3 种类型:①卵子均已发育成熟,其成虫期短而不取食,仅完成交配、产卵过程,常见的如蚕蛾类昆虫;②卵子发育正在进行,但尚未完全成熟,很多蛾类属于这一类;③卵巢尚未发育,如大部分蝶类。本研究结果表明,不同的补充营养均可以缩短梨小食心虫的产卵前期,并延长其产卵期,其中以 5% 蜂蜜水的作用最为突出,表明补充营养能够促进梨小食心虫雌虫的卵巢发育和卵的形成,证明梨小食心虫与大多数蛾类昆虫一样,成虫羽化时与生殖活动有关的发育尚未完全成熟,需要取食补充营养才能完成发育。这与吴孔明等^[16]、Colvin 等^[17]关于“棉铃虫成虫取食补充营养后,其卵巢发育明显加快”的结果完全一致。

本研究发现,供试 6 种补充营养中,梨小食心虫成虫的产卵量和所产卵的孵化率均以取食 5% 蜂蜜

水的处理最高,取食蒸馏水的成虫繁殖能力明显下降,前人对其他昆虫的研究也得出了类似的结论,如 Miller^[5]研究发现,云杉色卷蛾的卵细胞成熟速率因是否取食和取食的食物而异,取食蜂蜜水时成熟最快;李哲^[11]研究证明,在成虫补充营养的情况下,棉铃虫雌蛾的产卵量和卵孵化率均有显著提高。但也有不同的研究结论,王竑晟等^[15]认为,甜菜夜蛾成虫取食清水对卵孵化率的影响与取食槐花蜜时差异不明显;江幸福等^[18]报道,成虫期营养对甜菜夜蛾的生殖并无显著影响。笔者认为这种情况属于特例,并不是一种普遍现象。

本研究表明,梨小食心虫成虫期取食蒸馏水时,雌雄虫的寿命均长于其他处理。这一结果与前人的研究结论^[11,16]不完全一致,其原因可能是由于取食其他补充营养的成虫生殖能力增强,在产卵过程中消耗了大量的能量,导致其寿命缩短。江幸福等^[18]研究发现,甜菜夜蛾成虫取食清水与取食其他补充营养时的寿命差异不明显,认为这可能是由于存在

食物胁迫时,雌蛾通过减少繁殖以维持寿命所致。

本研究结果表明,不同的补充营养对梨小食心虫成虫的生殖和寿命均有一定的影响,与取食蒸馏水的对照相比,供试的 6 种补充营养均有促进梨小食心虫成虫产卵繁殖的作用。6 种补充营养中以 5%蜂蜜水的效果最佳,可以应用于梨小食心虫的人工饲养。糖醋酒液对梨小食心虫的生殖和寿命也有明显的促进作用。李波等^[12]报道,糖醋酒液诱杀法对梨小食心虫有很好的诱杀效果,这正是利用了梨小食心虫需要补充营养的习性。糖醋酒液诱杀法可以作为准确预测预报及防治梨小食心虫的有效手段。

本研究基本弄清了不同补充营养对梨小食心虫成虫生殖与寿命的影响及其差异,但产生这些差异的机理尚不明确,还有待于进一步研究。

[参考文献]

[1] 陈梅香,骆有庆,赵春江,等. 梨小食心虫研究进展 [J]. 北方园艺,2009(8):144-147.
Chen M X,Luo Y Q,Zhao C J,et al. Research advance on *Grapholitha molesta* Busck [J]. Northern Horticulture,2009(8): 144-147. (in Chinese)

[2] 刘晶华,金 伟,侯迎春. 对梨小食心虫测报方法及防治适期的研究 [J]. 北方果树,2006(4):48-49.
Liu J H,Jin W,Hou Y C. Research on the forecast methods and control period of *Grapholitha molesta* Busck [J]. Northern Fruits,2006(4):48-49. (in Chinese)

[3] 王兴平. 应用新技术对梨小食心虫开展综合推广防治研究 [J]. 甘肃科技,2006,22(5):199-201.
Wang X P. Use new technology to control *Grapholitha molesta* Busck [J]. Gansu Science and Technology,2006,22(5): 199-201. (in Chinese)

[4] Dennis D,Alan E,Paul R. The role of adult feeding in egg production and population dynamics of the checkerspot butterfly *Euphydryas editha* [J]. Oecologia,1983,56:2-3.

[5] Miller W E. Spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae): Role of adult imbibing in reproduction [J]. Environ Entomol,1987, 16:1291-1295.

[6] Leahy T C, Andow D A. Egg weight, fecundity, and longevity are increased by adult feeding in *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. Ann Entomol Soc Am,1994,87(3):342-349.

[7] Lederhouse R C. Adult nutrition affects male virility in *Papilio glaucus* L. [J]. Funct Ecol,1990,4:743-751.

[8] Boggs C L. Reproductive strategies of female butterflyflies: variation in and constraints on fecundity [J]. Ecol Entomol,1986, 11:7-15.

[9] Zalucki M P,Daglish G,Firempong D,et al. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hubner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: What do we

know? [J]. Aust J Zool,1986,34:779-814.

[10] 郭 郭,刘金龙. 粘虫生殖的研究. II: 补充营养对生殖力的效应 [J]. 昆虫学报,1964,13(6):785-794.
Guo F,Liu J L. Studies on the reproduction of the armyworm, *Leucania separata* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). II: Effect of supplementary nutrition on fecundity [J]. Acta Entomologica Sinica,1964,13(6):785-794. (in Chinese)

[11] 李 哲. 棉铃虫寄主一致性的稳定同位素评估与交配选择研究 [D]. 北京:中国科学院动物研究所,2006.
Li Z. The assessment about stable isotopes on host consistency of *Helicoverpa armigera* Hubner and it's mating selection [D]. Beijing: Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences,2006. (in Chinese)

[12] 李 波,秦玉川,何 亮,等. 不同性诱芯与糖醋酒液防治梨小食心虫 [J]. 植物保护学报,2008,35(3):285-286.
Li B,Qin Y C,He L,et al. The control of oriental fruit moth with sexpheromone dispensers and mixtures of sugar-aceticacid-ethanol [J]. Acta Phytophylacica Sinica,2008,35(3):285-286. (in Chinese)

[13] 胡雅辉,张夏芳,张青文,等. 梨小食心虫和苹小卷叶蛾在桃园的发生规律与防治 [J]. 昆虫知识,2005,42(3):332-337.
Hu Y H,Zhang X F,Zhang Q W,et al. The occurrence regulation and control of the summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana*) and oriental fruit moth (*Grapholitha molesta* Busck) in peach orchard [J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2005,42(3):332-337. (in Chinese)

[14] 杜 娟. 梨小食心虫生物学特性及人工饲料研究 [D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2009.
Du J. The studies on the biology and rearing of *Grapholitha molesta* Busck [D]. Yangling,Shaanxi:Northwest A&F University,2009. (in Chinese)

[15] 王竑晟,徐洪富,崔 峰. 成虫期营养对甜菜夜蛾生殖力及卵巢发育的影响 [J]. 西南农业学报,2004,17(1):34-37.
Wang H S,Xu H F,Cui F. Effect of adult foods on fecundity and ovary development of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner) [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences,2004,17(1):34-37. (in Chinese)

[16] 吴孔明,郭予元. 营养和幼期密度对棉铃虫飞翔能力的影响 [J]. 昆虫学报,1997,40(1):51-57.
Wu K M,Guo Y Y. Effects of food quality and larval density on flight capacity of cotton bollworm [J]. Acta Entomologica Sinica,1997,40(1):51-57. (in Chinese)

[17] Colvin J, Gatehouse A G. The reproduction-flight syndrome and the inheritance of tethered-flight activity in the cotton-bollworm moth, *Heliothis armigera* [J]. Physiol Entomol, 1993,18:16-22.

[18] 江幸福,罗礼智,胡 毅. 成虫期营养对甜菜夜蛾生殖和飞行的影响 [J]. 植物保护学报,2000,27(4):327-332.
Jiang X F,Luo L Z,Hu Y. The effect of compensatory nutrition on flight ability of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner) [J]. Acta Phytophylacica Sinica,2000,27(4):327-332. (in Chinese)