

梨小食心虫对不同基质的产卵选择性

刘中芳¹, 高 越¹, 史高川², 张鹏九¹,
樊建斌¹, 杨 静¹, 陆俊娇¹, 范仁俊^{1*}

(1. 山西省农业科学院植物保护研究所/农业有害生物综合治理山西省重点实验室, 太原 030031;

2. 山西省农业科学院棉花研究所, 运城 044000)

摘要 室内研究了梨小食心虫对蜡纸、PE保鲜膜、硫酸纸和玻璃载玻片4种基质的产卵选择性。结果发现,梨小食心虫在硫酸纸基质上的累积落卵量和卵孵化率最高,分别为70.75粒和79.39%,与蜡纸基质差异不显著(66.50粒和70.95%),但显著高于保鲜膜和玻璃两种基质($P<0.05$);5日龄和6日龄雌虫对硫酸纸的产卵选择率分别为33.33%和33.08%,与蜡纸基质差异不显著(32.26%和31.82%),而7日龄时对硫酸纸基质的产卵选择率为32.46%,显著高于其他3种基质。表明基质显著影响梨小食心虫的产卵场所选择,且不同日龄雌虫之间选择性存在差异,本研究结果为优化梨小食心虫人工饲养技术方案提供了依据和参考。

关键词 梨小食心虫; 产卵选择性; 人工饲养

中图分类号: S 436.612.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.05.020

Oviposition preference of *Grapholita molesta* (Busck) to different kinds of substrates

Liu Zhongfang¹, Gao Yue¹, Shi Gaochuan², Zhang Pengjiu¹, Fan Jianbin¹,
Yang Jing¹, Lu Junjiao¹, Fan Renjun¹

(1. Shanxi Key Laboratory of Integrated Pest Management in Agriculture / Institute of Plant Protection, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China; 2. Institute of Cotton Research, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Yuncheng 044000, China)

Abstract In order to determine the oviposition preference of the orient fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck), to different kinds of substrates, the eggs laid by *G. molesta* on stencil paper, preservative film, parchment paper, and glass slide were investigated under laboratory conditions. The results showed that the number of accumulated eggs and egg hatching rate on parchment paper was the highest, about 70.75 eggs and 79.39%, respectively. There was no significant difference in egg number and hatching rate on stencil paper (66.50 eggs and 70.95%), but they were significantly higher than on preservative film and glass slide ($P<0.05$). The oviposition preferences of 5- and 6-day-old females to parchment paper were 33.33% and 33.08%, respectively, which had no significant difference with those to stencil paper (32.26% and 31.82%). The oviposition preference of 7-day-old females to parchment paper was 32.46%, which was significantly higher than on other three substrates. The study showed that the substrate significantly affected the spawning site selection of *G. molesta* and the preference of female adults varied with age. All these findings provide reference for the further optimization of the indoor mass rearing technologies.

Key words *Grapholita molesta*; oviposition preference; artificial rearing

梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck) 属鳞翅目, 卷叶蛾科, 简称“梨小”, 又名东方果蛀蛾、桃折梢虫等, 可为害梨、桃、苹果、李等多种果树的果实或新梢^[1-2], 是一种世界性的果树害虫^[3]。近年来由于

收稿日期: 2016-12-16 修订日期: 2017-02-14

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0201134); 山西省重点研发计划(201603D21110-2); 山西省科技重点研发项目(2015-TN-03-09); 山西果品交易出口平台专项(YCX2017D2302); 山西省农业科技成果转化和推广示范工程(2015CGZH041); 山西省农业科学院科技自主创新能力提升工程项目(2017ZZCX-15)

* 通信作者 E-mail: rjfan@163.com

果树种植面积不断扩大、果园管理手段落后以及栽培措施、气候等因素的变化,引发许多果区梨小食心虫的发生为害呈逐年加重的趋势^[4-6]。因此,人工建立稳定的实验室种群,提供大量的标准试虫,对于研究梨小食心虫生物学、生态学、生理生化和综合防治等,都具有十分重要的意义。

目前,国内人工饲养梨小食心虫的方法主要以杜娟等^[7-8]的方法为基础,幼虫用苹果和人工饲料饲养,成虫喂以蜂蜜水,并在产卵期放置硫酸纸供其产卵。在室内连续饲养多代后,所收集的梨小食心虫卵粒孵化率较低,易出现种群衰退等现象^[9-10]。针对这一问题,研究人员从幼虫食物^[9, 11-12]、饲养器皿和密度^[13]以及成虫饲养密度^[14]等方面进行了大量探索,并取得了一定进展。但有关梨小食心虫成虫对不同基质产卵选择性的研究尚未见报道。鉴于此,本研究以室内继代饲养的梨小食心虫为试虫,研究明确梨小食心虫对不同基质的产卵选择性,以期为进一步改进优化梨小食心虫的室内继代饲养技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

梨小食心虫采于山西省太谷县桃园中受害的桃梢,幼虫剥出后放于人工气候箱中(RXZ-380CP,宁波江南仪器厂)以‘富士’苹果和人工饲料连续饲养^[7],成虫期则饲喂 5% 蜂蜜水。饲养条件为温度 $(26 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $70\% \pm 5\%$ 、光周期 L//D=15 h//9 h。至本试验时,已连续饲养 10 余代。将羽化 24 h 以内的雌雄成虫配对,选取同一世代内处于产卵高峰的 5 日龄健壮成虫进行试验。

1.2 产卵基质

选取 76 mm×26 mm 大小的玻璃载玻片(江苏飞舟玻塑有限公司),然后将同等大小的蜡纸(温州蜡纸有限责任公司)、PE 保鲜膜 100 型(脱普日用化学品(中国)有限公司)和硫酸纸(民丰特种纸股份有限公司)用双面胶固定于其上,制成产卵基质备用。

1.3 试验方法

1.3.1 梨小食心虫对不同基质的产卵选择性

将载有蜡纸、PE 保鲜膜、硫酸纸和空白玻璃载玻片 4 种产卵基质随机放入 2 000 mL 烧杯内,双层纱布封口。然后将处于产卵高峰期的 5 日龄梨小食心虫雌、雄成虫 15 对放入烧杯内,杯内放置蘸有 5% 蔗糖水的脱脂棉球供梨小食心虫补充营养,最后

将烧杯放入上述人工气候箱(条件同 1.1)内。每隔 24 h 更换一次产卵基质,检查记录落卵量,连续观察 3 d。重复 4 次。按以下公式计算梨小食心虫对不同基质的产卵选择率。

产卵选择率(%)=某一基质落卵量×100/所有基质总落卵量。

1.3.2 不同基质上梨小食心虫卵的孵化情况

梨小食心虫产卵选择性试验完成后,将取出的产卵基质放入人工气候箱内,在体视显微镜下每日检查记录卵的孵化情况(以卵壳未破表示卵未孵化),直至不再孵化为止。各基质单次检查不少于 30 粒卵,重复 4 次。计算不同基质上梨小食心虫卵的孵化率。

孵化率(%)=孵化卵数×100/卵总数。

1.4 数据处理

采用 SAS 8.1 和 DPS 7.05 软件进行数据统计分析,Duncan 氏新复极差法进行多重比较,百分率数据在比较前进行反正弦转换。

2 结果与分析

2.1 梨小食心虫在不同基质上的落卵量

通过比较梨小食心虫在 4 种产卵基质上的单日落卵量和累积落卵量发现,不同基质间差异显著($P < 0.05$),其中以硫酸纸和蜡纸基质单日落卵量和累积落卵量最大,保鲜膜和玻璃基质次之(表 1)。第 1 日,梨小食心虫在硫酸纸基质上的落卵量最大(22.50 粒),其次为蜡纸(22.25 粒),两者之间差异不显著,但与保鲜膜(12.50 粒)、玻璃(10.75 粒)差异显著。与第 1 日相比,第 2 日和第 3 日 4 种基质上梨小食心虫的落卵量呈相同趋势。从累积落卵量来看,梨小食心虫在 4 种产卵基质上的落卵量由大到小依次为硫酸纸(70.75 粒)>蜡纸(66.50 粒)>保鲜膜(39.50 粒)>玻璃(38.00 粒),其中硫酸纸和蜡纸两种基质落卵量差异不显著。

2.2 不同日龄梨小食心虫对产卵基质的选择性

不同日龄梨小食心虫对 4 种基质的产卵选择率差异均显著($P < 0.05$,表 2)。其中,5 日龄和 6 日龄成虫对硫酸纸基质产卵选择率最高,分别占总产卵量的 33.33%和 33.08%,与蜡纸基质(32.26%、31.82%)差异不显著,但都显著高于保鲜膜和玻璃 2 种基质;7 日龄成虫,硫酸纸基质产卵选择率仍然最高,为 32.46%,显著高于其他 3 种产卵基质。

表 1 梨小食心虫在 4 种基质上的落卵量¹⁾

Table 1 The number of eggs laid by *Grapholita molesta* on four different kinds of substrates

基质 Substrate	单日落卵量/粒 No. of eggs laid per day			累积落卵量/粒 No. of cumulative eggs
	第 1 日 1st day	第 2 日 2nd day	第 3 日 3rd day	
蜡纸 Stencil paper	(22.25±3.07)a	(25.00±2.52)a	(19.25±1.65)a	(66.50±6.54)a
保鲜膜 Preservative film	(12.50±0.65)b	(13.50±1.94)b	(13.50±1.32)b	(39.50±3.52)b
硫酸纸 Parchment paper	(22.50±1.32)a	(26.00±2.58)a	(22.25±1.75)a	(70.75±3.92)a
玻璃 Glass slide	(10.75±1.70)b	(13.75±1.11)b	(13.50±1.04)b	(38.00±2.08)b

1) 表中数据为平均值±标准误。同列数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。
Data in the table are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$ level by Duncan's new multiple range test. The same below.

表 2 不同日龄梨小食心虫对 4 种基质的产卵选择率

Table 2 Oviposition selectivity of *Grapholita molesta* female adults to different kinds of substrates at different ages

基质 Substrate	产卵选择率/% Oviposition selectivity		
	5 日龄 5-day-old	6 日龄 6-day-old	7 日龄 7-day-old
蜡纸 Stencil paper	(32.26±2.60)a	(31.82±1.63)a	(28.08±1.12)b
保鲜膜 Preservative film	(18.58±1.39)b	(17.38±2.23)b	(19.65±0.84)c
硫酸纸 Parchment paper	(33.33±2.37)a	(33.08±1.09)a	(32.46±0.64)a
玻璃 Glass slide	(15.84±2.29)b	(17.72±1.29)b	(19.81±1.23)c

2.3 不同基质上梨小食心虫后代卵的孵化情况

梨小食心虫在 4 种基质上所产卵的卵期和孵化率差异均显著($P<0.05$,图 1)。从卵期看,梨小食心虫在硫酸纸基质上所产卵的卵期最短,为 3.04 d,与保鲜膜和玻璃两种基质上卵期差异不显著,但显

著短于蜡纸基质(3.32 d)。孵化率方面,硫酸纸基质上卵的孵化率最高,为 79.39%,与蜡纸基质上梨小食心虫卵的孵化率差异不显著(70.95%),但显著高于保鲜膜和玻璃两种基质上卵的孵化率。

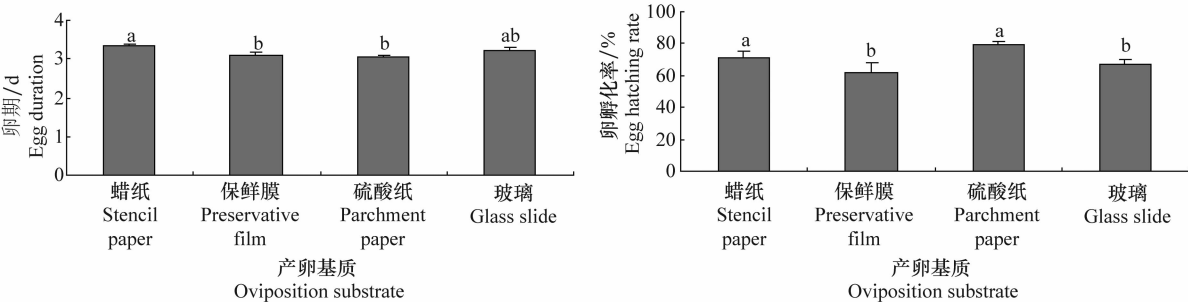


图 1 不同基质上梨小食心虫后代卵的卵期和孵化率

Fig. 1 Egg duration and hatching rates of *Grapholita molesta* offsprings on different kinds of substrates

3 讨论

产卵是昆虫完成个体发育、繁衍后代必经的生命阶段,而搜寻适宜的产卵寄主则是该阶段的关键一环。其中,产卵寄主的形态组织和理化性状是影响这一过程的重要因素^[15]。对梨小食心虫而言,寄主植物的种类^[16]、颜色^[17]、粗糙程度^[18]等均显著影响其产卵选择性。因此,选择有效的产卵基质是梨小食心虫室内连续饲养的先决条件。本试验在研究梨小食心虫对不同基质的产卵选择中发现,基质能够显著影响梨小食心虫的产卵选择性。其中,在蜡纸基质和实验室通常使用的硫酸纸基质上,梨小食

心虫的落卵量和卵孵化率均显著高于保鲜膜和玻璃两种基质。因此,蜡纸和硫酸纸两者都可用作梨小食心虫室内产卵的基质。但基质颜色、酸碱度、硬度、透气性、表面粗糙度等不同性质参数与梨小食心虫产卵选择性之间的相关性,梨小食心虫对基质不同挥发性化学物质的行为反应等方面,还需进一步研究和分析。此外,在本试验设置的温湿度条件下,硫酸纸基质上梨小食心虫后代卵孵化率虽然最高,但仅为 79.39%。这一结果低于杜娟等^[7]的报道,其原因可能与杜娟放入梨小食心虫卵的指形管内盛有人工饲料,进而引起小气候湿度变化有关。如何通过调节湿度因子,进一步提高梨小食心虫卵的孵

化率,也有待于进一步研究。

研究发现,一些昆虫产卵时会在寄主植物体表或体内分泌产卵抑制信息素(oviposition-detererring pheromones,ODPs),以避免自己或同种雌虫在该寄主附近产卵,从而减少后代种内竞争,并维持一定的种群密度^[15, 19]。如:黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteatus* 在蚜虫群落内所产的卵能被其他雌成虫识别,并具有产卵抑制作用^[20]。本研究中,梨小食心虫后代卵是否分布有产卵抑制信息素及其影响下怀卵雌虫在基质上的落卵量是否发生变化,还需进一步研究。

另有研究表明,梨小食心虫某些生物学习性与其羽化日龄相关。如:梨小食心虫对不同颜色光的趋性在不同日龄个体之间存在差异^[21]。本研究发现,5 日龄和 6 日龄梨小食心虫怀卵雌虫对硫酸纸基质和蜡纸基质的产卵选择性无显著差异,而 7 日龄雌虫则更偏嗜硫酸纸基质,表现出不同日龄梨小食心虫个体的产卵选择性差异。这可能与雌性昆虫怀卵量越多时,对产卵条件挑剔就越小有关^[15]。因此,在梨小食心虫产卵的不同时期,可以放置不同产卵基质以增加其落卵量,为优化梨小食心虫人工饲养技术提供了依据。

参考文献

[1] Rothschild G H L, Vickers R A. The biology, ecology and control of oriental fruit moth [M]//van Der Geest L P S, Evenhuis H H, eds. Tortricid pests: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1991: 389 - 412.

[2] Borchert D M, Stinner R E, Walgenbach J F, et al. Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and management with methoxyfenozide in North Carolina apples [J]. Journal of Economical Entomology, 2004, 97(4): 1353 - 1364.

[3] Kirk H, Dornn S, Mazzi D. Worldwide population genetic structure of the orient fruit moth (*Grapholita molesta*), a globally invasive pest [J]. BMC Ecology, 2013, 13: 12.

[4] 何超, 秦玉川, 周天仓, 等. 应用性信息素迷向法防治梨小食心虫试验初报[J]. 西北农业学报, 2008, 17(5): 107 - 109.

[5] 范仁俊, 李捷, 马春森. 北方果树食心虫监测和防控新技术研究与示范[J]. 山西农业科学, 2010, 38(5): 32 - 35.

[6] 范仁俊, 刘中芳, 陆俊娇, 等. 我国梨小食心虫综合防治研究进展[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(6): 1509 - 1513.

[7] 杜娟, 郭建挺, 张亚素, 等. 温度对梨小食心虫 *Grapholita molesta* Busck 生长发育及繁殖的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(6): 314 - 318.

[8] 杜娟. 梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck)生物学特性及人工饲养技术研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2009.

[9] 宫庆涛, 武海斌, 张坤鹏, 等. 室内饲养梨小食心虫幼虫脱果动态[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(6): 1519 - 1523.

[10] 孔维娜. 基于交配行为的梨小食心虫干扰机制与诱源筛选研究[D]. 太谷:山西农业大学, 2014.

[11] 杜娟, 王艳蓉, 仵均祥. 不同饲料配方对梨小食心虫生长发育及繁殖的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2010, 30(3): 228 - 231.

[12] 王艳蓉, 黄敏, 刘喜旺, 等. 梨小食心虫人工饲料的研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2011(5):161 - 166.

[13] 王艳蓉, 李怡萍, 成卫宁, 等. 梨小食心虫室内饲养技术的改进[J]. 西北农业学报, 2011, 20(11): 197 - 201.

[14] 郭丽娜, 张南, 解幸承, 等. 成虫饲养密度对梨小食心虫寿命及生殖力的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2015(7): 109 - 114.

[15] 张贺贺, 陈家骅, 季清娥, 等. 影响昆虫产卵行为的因素及其应用研究概述[J]. 环境昆虫学报, 2015, 37(2): 432 - 440.

[16] Yokoyama V Y, Miller G T. Laboratory evaluations of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) oviposition and larval survival on five species of stone fruits [J]. Journal of Economic Entomology, 1988(81): 867 - 872.

[17] 杨小凡, 马春森, 范凡, 等. 颜色对梨小食心虫产卵选择性的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(11): 2971 - 2977.

[18] 宫庆涛, 李素红, 张坤鹏, 等. 梨小食心虫的产卵选择性[J]. 应用生态学报, 2014, 25(9): 2665 - 2670.

[19] 吴文伟, 陈建新, 宋敦伦, 等. 昆虫产卵忌避信息化学物质的研究及其应用[J]. 西南农业学报, 2002, 15(3): 105 - 110.

[20] Scholz D, Poehling H M. Oviposition site selection of *Episyrphus balteatus* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2000, 94(2): 149 - 158.

[21] 于海利. 梨小食心虫 *Grapholita molesta* Busck 的趋光性及绿光对其生物学特性的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2011.

(责任编辑: 田 喆)