

# 不同成熟度的寄主果实对梨小食心虫 生长发育及繁殖的影响\*

王冲\*\* 杨小凡 冯娜 范凡 魏国树\*\*\*

(河北农业大学植保学院, 保定 071001)

**摘要** 【目的】为探索不同成熟度的苹果、桃、梨果实对梨小食心虫 *Grapholitha molesta* 生长发育和繁殖的影响。【方法】在寄主果实不同发育阶段采果,并在室温(26±0.5)℃,L:D=15:9,RH=70%±10%条件下,测定了梨小食心虫在不同成熟度的桃、梨、苹果果实上的发育历期、存活率和繁殖力,并组建了其生命表。【结果】梨小食心虫在不同成熟度的苹果、桃、梨果实上的生长和繁殖有显著差异。幼虫发育历期在幼果期的寄主果实上无显著性差异,果实膨大期和成熟期以桃最短(10.44 d, 9.42 d)。总存活率在幼果期和膨大前期、膨大后期为苹果最高(3.47%, 13.04%, 25.35%),果实成熟期为梨最高(39.70%)。单雌产卵量在幼果期和果实膨大前期为苹果最高(138.33 粒/雌, 145.33 粒/雌),果实膨大后期为桃最高(151.90 粒/雌),成熟期为梨最高(182.12 粒/雌)。生命表分析结果表明,净生殖率幼果期为苹果最高(8.60),果实膨大期为桃最高(19.42),果实成熟期为梨最高(47.44)。内禀增长率幼果期苹果最高(0.0632),果实膨大前期为桃最高(0.0210),果实膨大后期为桃最高(0.0999)成熟期为梨最高(0.1117)。【结论】幼果期最适宜的寄主为苹果,果实膨大期最适宜寄主为桃,果实成熟期最适宜寄主为梨,这为揭示梨小食心虫在不同寄主间转移为害规律和田间防治提供了科学依据和参考。

**关键词** 梨小食心虫, 成熟度, 生长发育, 繁殖, 生命表

## Effect of host fruit maturity on the development and reproduction of the oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (Busck)

WANG Chong\*\* YANG Xiao-Fan FENG Na FAN Fan WEI Guo-Shu\*\*\*

(Agriculture University of Hebei, Baoding 071001, China)

**Abstract** [Objectives] To explore the effect of host fruit maturity on the development and life table parameters of the oriental fruit moth (*Grapholitha molesta*). [Methods] Larvae of the oriental fruit moth were reared on fruits at different stages of maturity under laboratory conditions of (26±0.5)℃, RH 70%±10% and a photoperiod of 15L: 9D. [Results] The development duration and reproductive productivity of the oriental fruit moth were significantly affected by host fruit maturity. There were no significant differences in the duration of the larval stage between young and early growth stage fruit, however, the duration of the larval stage was shortest on late growth stage, and mature stage, peaches (10.44 d and 9.42 d, respectively). Larval survival rates on apples were highest on young, early growth stage and late growth stage fruit (3.47 %, 13.04 % and 25.35 %, respectively), but on pears were highest (39.70%) on mature stage fruit. Female moths laid most eggs on young and early growth stage apples (138.33 and 145.33 eggs per female, respectively), on late growth stage peaches (151.90 eggs per female), and on mature stage pears (182.12 eggs per female). Analysis of life-table parameters indicated that the net reproductive rate was highest on young apples (8.60), on late growth stage peaches (19.42), and on mature stage pears (47.44). The highest rates of increase was recorded on young apples (0.0632), early and late growth stage peaches (0.0210 and 0.0999, respectively), and on mature stage pears (0.1117). [Conclusion] Our results suggest that *G. molesta* prefers young apples,

\*资助项目 Supported projects: 国家公益行业(农业)科研专项项目(201103024); 河北省自然科学基金(C2010000680)

\*\*第一作者 First author, E-mail: 1043424522@qq.com

\*\*\*通讯作者 Corresponding author, E-mail: E-mail: weiguoshu03@aliyun.com

收稿日期 Received: 2016-03-29, 接受日期 Accepted: 2016-04-20

early and late growth stage peaches, and mature stage pears. Control measures for this pest should take this information into account.

**Key words** *Grapholita molesta*, maturity, development, reproduction, life table

梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck) 属鳞翅目小卷蛾科, 又名梨小蛀果蛾、东方果蠹蛾、桃折梢虫等, 简称梨小。其寄主范围广, 包括苹果、桃、梨、李等多种仁果类和核果类果树 (Hughes *et al.*, 2002; Borchert *et al.*, 2004 李丽莉, 2012); 近年来, 由于我国北方果树种植面积增大和多种果树的混栽, 梨小食心虫危害呈逐年加重趋势 (范仁俊等, 2013)。

寄主对梨小食心虫的生长发育及繁殖产生显著影响。众多研究表明苹果和梨是梨小食心虫的最适寄主 (Jaime and Silvia, 2009; 杨小凡, 2013)。但也有报道指出在桃果上梨小食心虫幼虫发育最快, 在苹果、梨上发育慢 (Myers, 2005; Silva *et al.*, 2010)。这表明寄主果实对梨小食心虫的生长发育和繁殖的影响, 不仅与果实种类有关, 还与果实成熟度等因素有关。但是对于果实成熟度对梨小食心虫生长发育和繁殖的影响还没有明确的报道。Myers (2007) 等研究显示, 成熟桃上的幼虫存活率明显高于未成熟桃。Jaime 和 Silvia 等 (2009) 发现梨小食心虫明显

偏好早期和晚期的桃果, 同时偏好后期的苹果果实。因此, 我们假设寄主果实的成熟度对梨小食心虫的生长发育和繁殖是有影响的。为更准确的了解和掌握不同成熟度的不同果实对梨小食心虫生物学特性的影响, 本实验在每寄主的成熟度不同的 4 个时期采摘寄主果实, 深入研究了梨小食心虫在不同成熟度的苹果、桃、梨寄主果实上的生长发育和繁殖特点, 旨在明确梨小食心虫在不同成熟度的苹果、桃、梨果实上生长发育和繁殖的偏好, 为梨小食心虫在不同寄主间的转移规律提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

于 2012 年 8 月自河北省深州市旧州万亩桃园在不同时间 (表 1) 采集蛀果, 带回实验室内人工饲养。饲养方法参考杜鹃等 (2009) 方法, 将试虫置于人工气候箱 (温度 (26±0.5) °C, L:D=15:9, RH=70±10%) 中, 用苹果和人工饲料饲喂幼虫, 成虫则用 5% 蜂蜜水补充营养。

表 1 试验中寄主果实的基本信息 (河北深州, 2012)

Table 1 Collection data of fruits of different maturity host plant (Shenzhou, Hebei, 2012)

寄主植物 Host plants	品种 Variety	采摘时间 (月-日) Collecting time (month-day)	成熟度 Maturity	收获时间 (月-日) Harvest time (month-day)
苹果 Apple	富士	6-6	幼果期 Young stage	10-1
		7-7	膨大前期 Early growth stage	
		8-6	膨大后期 Late growth stage	
		9-9	成熟期 (着色期) Mature stage	
梨 Pear	鸭梨	6-6	幼果期 Young stage	9-20
		7-7	膨大前期 Early growth stage	
		8-6	膨大后期 Late growth stage	
		9-9	成熟期 Mature stage	
桃 Peach	深州蜜桃	6-6	幼果期 (硬核期) Young stage	9-15
		7-7	膨大前期 Early growth stage	
		8-6	膨大后期 Late growth stage	
		9-9	成熟期 Mature stage	

## 1.2 实验仪器

人工气候箱：型号为 RXZ-300C，宁波江南仪器厂生产；

塑料盒：一次性透明塑料盒，盒口径  $D=13.00$  cm，盒底直径  $d=10.00$  cm，盒高  $h=8.0$  cm；

塑料杯：一次性透明塑料杯，杯口直径  $D=6.5$  cm，杯底直径  $d=5.0$  cm，杯高  $h=7.8$  cm；

电子天平：型号为 BSA224S，赛多利斯科学仪器（北京）有限公司生产。

## 1.3 试验方法

**1.3.1 不同成熟度的寄主果实对梨小食心虫生长发育的影响** 将采自深州果园的新鲜果实用清水中浸泡 10 min，消除果实上可能存在的农药残留，然后单个装入用酒精消毒过的塑料盒内，用记号笔编号，并在每个果实上接初孵幼虫一头（每个品种 60 个果实，重复 3 次），用保鲜膜将塑料盒封口，并将保鲜膜用昆虫针扎孔若干，以便于通气，将其放入人工气候箱。第 2 天查看并记录每个果实上的蛀果孔，记录蛀果率。之后每天查看幼果脱果情况，并记录幼虫的发育历期。待所有处理的果实连续 5 d 不在有幼虫脱果时，剖开每个果实观察果实中是否还有幼虫，并统计幼虫脱果率（李定旭等，2012）。脱果后的幼虫单个放入空指形管（15 mm × 80 mm）中，管口用棉球塞住，每天 9:00，15:00，21:00 各检查一次，记录结茧化蛹和羽化的时间，统计预蛹期和蛹期的发育历期。

**1.3.2 不同成熟度的寄主果实对梨小食心虫繁殖的影响** 在各个处理内选取羽化的梨小食心虫进行配对，单对置于一次性透明塑料杯内饲养，在塑料杯中放置一蘸有 5% 蜂蜜水的棉球补充营养，用保鲜膜将塑料杯封口，并将保鲜膜用昆虫针扎孔若干，以便于通气，编号放入人工气候箱内。每天 9:00 观察、统计塑料杯内每头雌蛾的产卵量，并更换塑料杯和保鲜膜，至成虫全部死亡，记录死亡时间。有虫卵的塑料杯则继续放入培养箱内观察孵化时间、数量，计算孵化率。

**1.3.3 生命表** 生命表的组建参考张孝羲（2002）

的方法，计算梨小食心虫在不同成熟度的寄主果实上的种群动态参数：世代平均周期  $T = \sum x l_x m_x / \sum l_x m_x$ ；净增值率， $R_0 = \sum l_x m_x$ ；内禀增长率， $r_m = (\ln R_0) / T$ ；周限增长率， $\lambda = e^{r_m}$ ；种群加倍时间， $DT = \ln 2 / r_m$ 。其中， $l_x$  为  $x$  年龄级的存活率， $x$  为时间序列的间距， $m_x$  为  $x$  年时每雌虫的产雌数。

## 1.4 数据分析

用 EXCEL2003 对卵的孵化率、蛀果率、脱果率等原始数据进行初始统计分析，并用 SPSS17.1 对其进行单因素方差分析，最小显著差异法（LSD）进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫发育历期

由表 2 可知，不同成熟度的寄主果实对梨小食心虫个发育阶段影响程度不同。当幼虫在幼果期的果实上饲养时，梨小食心虫卵的发育历期无明显差异（ $F=2.19$ ， $df=2$ ， $P>0.05$ ），幼虫的发育历期无明显差异（ $F=1.49$ ， $df=2$ ， $P>0.05$ ）。在膨大前期的果实上饲养时，卵期（ $F=16.68$ ， $df=2$ ， $P<0.05$ ）在梨上最短为 3.00 d，其他成熟度果实饲养的幼虫差异不显著。在膨大后期的果实上饲养时，卵期（ $F=10.47$ ， $df=2$ ， $P<0.05$ ）在梨上最短为 3.17 d，幼虫期（ $F=7.70$ ， $df=2$ ， $P<0.05$ ）在桃上最短为 10.44 d，其他成熟度果实饲养的幼虫差异不显著。在成熟期的果实上饲养时，卵期（ $F=5.07$ ， $df=2$ ， $P<0.05$ ）在梨上最短为 3.41 d，幼虫期（ $F=8.10$ ， $df=2$ ， $P<0.05$ ）在桃上最短为 9.42 d，蛹期（ $F=9.09$ ， $df=2$ ， $P<0.05$ ）最短为 2.14 d，其他成熟度果实饲养的幼虫无明显差异。

### 2.2 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫的存活率

试验结果表明，不同成熟度的寄主果实对梨小食心虫存活率影响程度不同。当幼虫在幼果期的果实上饲养时，蛀果率（ $F=3.50$ ， $df=2$ ， $P<0.05$ ）

表 2 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫的发育历期  
Table 2 Developmental duration of *Grapholitha molesta* on different maturity host fruits

成熟度 Maturity	寄主种类 Host plant	卵期 (d) Egg duration	幼虫期 (d) Larval duration	预蛹期 (d) Pre-cocoon duration	蛹期 (d) Pupal duration	成虫寿命 (d) Adult longevity
幼果期 Young stage	苹果 Apple	3.18±0.08a	12.69±0.51a	2.92±0.14a	7.07±0.24a	17.14±1.90b
	梨 Pear	3.22±0.03a	12.34±0.26a	2.50±0.22b	7.50±0.22a	23.42±1.17a
	桃 Peach	3.11±0.06a	12.17±0.54a	3.00±0.33a	7.67±0.92a	11.20±0.71c
膨大前期 Early growth stage	苹果 Apple	3.23±0.01a	14.45±0.37a	2.92±0.10a	7.24±0.11a	16.84±1.71a
	梨 Pear	3.00±0.01b	13.25±0.62a	2.83±0.17a	7.50±0.50a	19.16±2.43b
	桃 Peach	3.18±0.02a	13.05±0.32a	2.87±0.13a	7.53±0.21a	19.63±3.13b
膨大后期 Late growth stage	苹果 Apple	3.38±0.05a	16.47±0.44a	2.60±0.13a	6.92±0.11a	15.11±1.50ab
	梨 Pear	3.17±0.03b	13.81±0.36a	2.94±0.13b	6.84±0.11a	17.96±2.04a
	桃 Peach	3.18±0.02b	10.44±0.19b	2.87±0.06b	6.48±0.11a	17.20±2.01a
成熟期 Mature stage	苹果 Apple	3.48±0.02a	15.85±0.46a	3.00±0.11b	3.00±0.11b	22.46±1.52a
	梨 Pear	3.41±0.01b	13.60±0.23a	2.94±0.07b	2.94±0.07b	22.45±0.97a
	桃 Peach	3.47±0.03ab	9.42±0.28b	3.71±0.24a	3.71±0.24a	21.21±2.01a

表中数据为平均值±标准误。同列数据后标有不同字母表示经 LSD 法检验在  $P<0.05$  水平差异显著。下表同。

The data presented in the table are the mean±SE, and followed by the different letters in the same column indicate significantly different among the different host fruits at the 0.05 level by LSD test. The same below.

表 3 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫的存活率  
Table 3 Survivor rate of *Grapholitha molesta* on different maturity host fruits

成熟度 Maturity	寄主种类 Host plant	蛀果率 (%) Boring rate	脱果率 (%) Exiting rate	化蛹率 (%) Cocooning rate	羽化率 (%) Emergence rate	卵孵化率 (%) Egg hatch rate	总成活率 (%) Survival rate
幼果期 Young stage	苹果 Apple	11.67±4.19a	49.44±17.49a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	60.14±7.78a	4.34±2.86a
	梨 Pear	6.67±2.55b	36.67±18.56a	66.67±33.33a	66.67±33.33a	79.52±8.38a	2.60±1.30a
	桃 Peach	13.33±4.41a	47.22±10.01a	65.55±8.68a	66.67±33.33a	63.30±4.73a	2.11±1.22a
膨大前期 Early growth stage	苹果 Apple	22.78±5.88a	64.67±8.87a	94.07±3.22a	100.00±0.00a	94.07±3.22a	23.51±9.03a
	梨 Pear	7.78±2.42b	43.81±22.15a	35.56±19.37b	66.67±33.33a	35.56±19.37b	0.78±0.07b
	桃 Peach	14.44±1.11c	74.17±22.40a	76.67±14.52a	100.00±0.00a	76.67±14.52a	6.39±1.95c
膨大后期 Late growth stage	苹果 Apple	57.22±1.11a	60.98±5.77a	85.24±5.45a	100.00±0.00a	85.24±5.45a	25.57±3.57a
	梨 Pear	20.00±4.41b	62.72±5.71a	85.00±7.64a	100.00±0.00a	85.00±7.64a	8.98±2.06ab
	桃 Peach	36.67±2.55ac	89.18±5.42b	60.49±2.60b	100.00±0.00a	60.49±2.60b	12.10±1.75b
成熟期 Mature stage	苹果 Apple	61.67±2.89a	60.66±8.01a	84.08±4.04a	100.00±0.00a	84.08±4.04a	26.18±2.84a
	梨 Pear	63.89±2.94a	81.76±2.13a	87.18±0.58a	100.00±0.00a	87.18±0.58a	39.72±2.11b
	桃 Peach	42.67±7.64b	77.36±7.45a	61.45±2.69b	100.00±0.00a	61.45±2.69b	12.63±3.26c

梨最低为 6.67%，桃最高为 13.33%。当幼虫在膨大前期和膨大后期的果实上饲养时，蛀果率、化蛹率、羽化率、卵孵化率均为苹果最高；脱果率桃最高。当幼虫在成熟期的果实上饲养时，蛀果率、化蛹率、羽化率、卵孵化率苹果、

梨差异不明显，最低为桃为 42.67%；脱果率 ( $F=3.07, df=2, P<0.05$ ) 梨上最高为 81.76%。从卵到成虫的累积存活率在幼果期、果实膨大前期、果实膨大后期均为苹果最高，成熟期梨最高。

### 2.3 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫繁殖力

由表 4 可知,果实的成熟度对梨小食心虫繁殖率是有影响的。当幼虫在幼果期和膨大前期果实上饲养时,梨小食心虫在苹果上产卵前期最短,产卵期最长,产卵量最大。当幼虫在膨大后期果实上饲养时,梨小食心虫在不同果实上产卵前期无明显差异 ( $F=0.79, df=2, P > 0.05$ ), 产

卵期 ( $F=2.41, df=2, P < 0.05$ ) 梨上最长为 9.28d。当幼虫在成熟期果实上饲养时,梨小食心虫在苹果、梨产卵前期最短,产卵期最长;产卵量 ( $F=10.65, df=2, P < 0.05$ ) 梨上最多,为 182.12 粒,桃上最少,为 74.83 粒。

### 2.4 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫生命表

试验结果表明,梨小食心虫的净生殖率  $R_0$

表 4 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫的繁殖力  
Table 4 Reproduction of *Grapholitha molesta* on different maturity host fruits

成熟度 Maturity	寄主种类 Host plant	产卵前期 (d) Preoviposition period	产卵期 (d) Oviposition period	单雌产卵量 (粒/雌) Number of eggs laid per female
幼果期 Young stage	苹果 Apple	7.60±1.17a	9.80±0.86a	138.33±36.16a
	梨 Pear	9.00±1.73b	7.33±2.02b	100.33±40.70ab
	桃 Peach	9.57±0.53c	7.57±0.94a	107.71±18.74ab
膨大前期 Early growth stage	苹果 Apple	5.56±0.81a	7.83±0.97a	145.33±28.58a
	梨 Pear	8.00±0.00b	3.33±0.88b	106.78±19.09b
	桃 Peach	9.91±0.67a	6.82±1.17a	105.27±23.84b
膨大后期 Late growth stage	苹果 Apple	5.50±1.00a	7.00±0.79a	137.22±18.64a
	梨 Pear	5.57±1.32a	9.28±1.52ab	119.14±28.07ab
	桃 Peach	4.20±0.70a	6.60±0.99a	151.90±25.24a
成熟期 Mature stage	苹果 Apple	4.33±0.53a	11.80±1.12a	144.65±10.40a
	梨 Pear	4.27±0.40a	11.92±1.05a	182.12±12.14a
	桃 Peach	6.58±1.08b	7.58±1.84b	74.83±21.81b

表 5 不同成熟度的寄主果实上梨小食心虫生命表  
Table 5 Life table parameters of *Grapholitha molesta* on different maturity host fruits

成熟度 Maturity	寄主种类 Host plants	净增值率 Net reproduction Rate ( $R_0$ )	世代平均周期 Mean generation Time ( $T$ )	内禀增长率 Intrinsic rate of Increase ( $r_m$ )	周限增长率 Finite rate of Increase ( $\lambda$ )	种群加倍时间 Population doubling time (DT)
幼果期 Young stage	苹果 Apple	8.6000	34.0200	0.0632	1.0653	10.9581
	梨 Pear	1.2900	37.0800	0.0069	1.0069	100.9265
	桃 Peach	1.0200	36.2770	0.0071	1.0074	90.7073
膨大前期 Early growth stage	苹果 Apple	1.5500	32.7500	0.0134	1.0135	51.7941
	梨 Pear	1.1800	34.5300	0.0048	1.0048	144.5961
	桃 Peach	1.9600	32.1100	0.0210	1.0212	33.0717
膨大后期 Late growth stage	苹果 Apple	5.9200	38.3800	0.0463	1.0474	14.9595
	梨 Pear	4.4600	33.4900	0.0446	1.0457	15.5259
	桃 Peach	19.4200	29.7000	0.0999	1.1050	6.9401
成熟期 Mature stage	苹果 Apple	25.1400	35.2700	0.0914	1.0957	7.5818
	梨 Pear	47.4400	34.5400	0.1117	1.1182	6.2033
	桃 Peach	7.4700	32.8300	0.0613	1.0632	11.3164

当幼虫在幼果期、膨大后期、成熟期果实上饲养时以苹果最高,而在膨大前期果实上饲养时以桃最高;平均世代周期  $T$  在幼果期果实上饲养时以苹果最短,在膨大前期、膨大后期、成熟期果实上饲养时均以桃最短;内禀增长率  $r_m$  及周线增长率  $\lambda$  当幼虫在幼果期果实上饲养时以苹果最大,在膨大前期、膨大后期果实上饲养时以桃最高,在成熟期果实上饲养时以梨最高;种群加倍时间  $DT$  当幼虫在幼果期果实上饲养时以苹果最短,在膨大前期、膨大后期果实上饲养时以桃最短,在成熟期果实上饲养时以梨最短。

### 3 讨论

寄主植物是影响昆虫生长发育和繁殖的重要因素,进而影响植食性昆虫整个种群的动态 (Meyers, 2007)。本试验比较分析了不同成熟度的苹果、桃、梨寄主果实对梨小生长发育及繁殖的影响。结果表明,幼虫发育历期在幼果期、膨大前期的寄主果实上没有显著性差异,膨大后期、成熟期以桃最短。Ishiguri 和 Toyoshima (2006) 研究发现,寄主果实的营养物质对幼虫生长发育是有影响的。所以,可能是由于寄主果实在前期内部营养物质没有明显差异。而随着果实成熟,膨大后期、成熟期桃果内的营养物质更加适合梨小食心虫生长发育,导致幼虫发育历期在桃上最短。

我们认为梨小食心虫存活率在幼果期、膨大前期、膨大后期为苹果最高,成熟期为梨最高。这与 Meyers (2005) 研究发现梨小食心虫在苹果、桃上的生存率与果实成熟度有关符合。梨小食心虫孵化率、羽化率无明显差异,因此其存活率主要受蛀果率、脱果率和化蛹率影响。有研究表明,朝鲜球坚蚧 *Didesmococcus koreanus* Borchsenius 的取食与寄主植物表皮毛密度及其长度、表皮厚度有关 (黄保宏等, 2008), 美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard 则更加喜欢危害表皮毛密度小、长度短的叶片 (庞保平等, 2004)。所以,我们推测寄主表皮厚度和有无表皮毛可能在幼虫蛀果脱果过程中起到重要的作用。如在成熟期,梨小食心虫在梨上的存活率高

于桃果,主要是因为其在梨上的蛀果率高于在桃上的蛀果率,很可能是桃果表面的绒毛阻碍了幼虫的蛀入。

梨小食心虫的繁殖能力同样受到寄主果实的影响。例如, Meyers 等 (2006) 发现饲喂苹果的梨小食心虫比饲喂桃的梨小食心虫卵量高。而在本研究中单雌产卵量在幼果期、膨大前期为苹果最高,膨大后期为苹果、桃最高,成熟期为梨>苹果>桃。这表明梨小食心虫在寄主果实各发育阶段的最适产卵寄主是不同的。

内禀增长率、平均世代周期等参数是反映特定环境下的种群变动的重要参数 (Tsai, 1998)。较高的生殖力或者较快的发育速度均可导致种群较高的内禀增长率,但这两者对于种群增长率的作用并不相等。本实验中幼果期的果实中,内禀增长率为苹果最高,这明显是因为增值率高造成的。但是在膨大后期的果实中,虽然苹果增值率依然最高,但是由于梨的平均世代周期短,导致苹果和梨的内禀增长率没有差异。而且,梨小食心虫在不同寄主上的内禀增长率也代表着对不同寄主的危害潜力。幼果期内禀增长率为苹果最高,膨大前期、膨大后期为桃,成熟期为梨。这也说明了在不同发育阶段,梨小食心虫的最适寄主是不同的。幼果期梨小食心虫偏好于苹果,而膨大前期、膨大后期偏好于桃果,成熟期偏好于梨。这与田宝良 (2012); 及刘玉峰 (2014) 的田间调查基本一致。但是我们认为成熟期主要危害梨,而后期主要危害桃。分析可能是因为成熟的离体桃果更容易腐烂导致 (康明丽和刘坤, 2008)。这些表明梨小食心虫的最适寄主是随着寄主果实发育阶段而变化的。可能是受果实物理性状,营养价值等影响 (Kinn and Lee, 2002; Ishiguri and Toyoshima, 2006)。

本试验是在室内条件下完成的,并且选用的离体果实,与自然条件下的活体寄主果实肯定存在差异,同时忽略了天敌,雨水等自然环境因素,但还是可以反映出在寄主果实各发育阶段梨小食心虫的最适寄主果实种类,对于了解梨小食心虫在不同寄主上的发生动态和选择有一定的借鉴作用,为梨小食心虫的不同寄主间转移和田间防治提供科学指导。

## 参考文献 (References)

- Borchert DM, Stinner RE, Walgenbach JF, Kennedy GG, 2004. Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and management with methoxyfenozide in North Carolina apples. *Journal of Economic Entomology*, 97(4): 1353–1364.
- Du J, Guo JT, Zhang YS, Wu JX, 2009. Effect of temperature on development and reproduction of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 18(6): 314–318. [杜鹃, 郭建挺, 张亚素, 仵均祥, 2009. 温度对梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck) 生长发育及繁殖的影响. 西北农业学报, 18(6): 314–318.]
- Fan RJ, Liu ZF, Lu JJ, Feng YT, Yu Q, Gao Y, Zhang RX, 2013. Research progress and development of IPM of oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(6): 1509–1513. [范仁俊, 刘忠芳, 陆俊娇, 封云涛, 庾琴, 高越, 张润祥, 2013. 我国梨小食心虫综合防治研究进展. 应用昆虫学报, 50(6): 1509–1513.]
- Huang BH, Zou YD, Bi SD, Wu HZ, Luo PF, 2008. Effects of eight host plant species on the fitness and population dynamics of *Didesmococcus koreanus* Borchs. *Acta Ecologica Sinica*, 28(8): 3875–3881. [黄保宏, 邹运鼎, 毕守东, 巫厚长, 骆鹏飞, 2008. 8种寄主植物对朝鲜球茎蚧 (*Didesmococcus koreanus* Broch) 的适合度及自然种群增长的影响. 生态学报, 28(8): 3875–3881.]
- Hughes J, Dorn S, 2002. Sexual differences in the flight performance of the oriental fruit moth, *Cydia molesta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 103(2): 171–182.
- Ishiguri Y, Toyoshima S, 2006. Larval survival and development of the peach fruit moth, *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae), in picked and unpicked apple fruits. *Applied Entomology & Zoology*, 41(4): 685–690.
- Jaimec, P, Silvia D, 2009. Response of female oriental fruit moth to volatiles from peach and pear trees at three phenological stages. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 131(1): 67–74.
- Kang ML, Liu K, 2008. Research on post-harvest physiology and fresh-keeping technology on peach. *Northern Horticulture*, (5): 233–235. [康明丽, 刘坤, 2008. 桃果采后生理变化与保鲜技术研究. 北方园艺, (5): 233–235.]
- Kim DS, Lee JH, 2009. Egg and larval survivorship of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple and peach and their effects on adult population dynamics in orchards. *Environmental Entomology*, 31(4): 686–692.
- Li DX, Lei XH, Li Z, Gao LW, Shen ZR, 2012. Effects of different host plants on the development and reproduction of the peach fruit borer, *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae). *Acta Entomologica Sinica*, 55(5): 554–560. [李定旭, 雷喜红, 李政, 高灵旺, 沈佐锐, 2012. 不同寄主植物对桃小食心虫生长发育和繁殖的影响. 昆虫学报, 55(5): 554–560.]
- Li LL, Zhang SC, Men XY, Zhou XH, Yu Y, 2012. Effects of several factors on trapped quantity of *Grapholita molesta* with sex pheromone. *Shandong Agricultural Sciences*, 44(7): 95–97. [李丽莉, 张思聪, 张安盛, 门兴元, 周仙红, 于毅, 2012. 几种因素对梨小食心虫性诱剂诱捕量的影响. 山东农业科学, 44(7): 95–97.]
- Liu YF, 2014. Comparison of the effect of monitoring measures for the adult population of *Grapholita molesta* Busck and research on the monitoring mechanism of sex pheromone. Master thesis. Baoding: Agricultural University of Hebei. [刘玉峰, 2014. 梨小食心虫种群监测措施效果比较及其性信息素监测机制的研究. 硕士学位论文. 保定: 河北农业大学.]
- Meyers CT, 2005. Orchard host plant effects on the survival, development, reproduction, and behavior the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck). Master thesis. The Pennsylvania State University.
- Meyers CT, 2007. Effects of orchard host plants (apple and peach) on development of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Econ. Entomol.*, 100(2): 421–430.
- Meyers CT, Hull LA, Krawczyk G, 2006. Early-season host plant fruit impacts on reproductive parameters of the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Entomol. Sci.*, 41(1): 65–74.
- Pang BP, Bao ZS, Zhou XR, Cheng AJ, 2004. Effects of host volatiles, leaf color, and cuticular trichomes on host selection by *Liriomyza sativae* Blanchard. *Acta Ecologica Sinica*, 24(3): 547–551. [庞保平, 鲍祖胜, 周晓榕, 程家安, 2004. 寄主挥发物、叶色和表皮毛在美洲斑潜蝇寄主选择中的作用. 生态学报, 24(3): 547–551.]
- Silva OABN, Botton M, Garcia MS, Bisognin AZ, Nava DE, 2010. Development and reproduction of the oriental fruit moth in apple and peaches. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(10): 1082–1088.
- Tsai JH. 1998. Development, survivorship, and reproduction of *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae) on eight host plants. *Environmental Entomology*, 27(5): 1190–1195.
- Tian BL, Ma CS, Kong DC, Zhao CP, Wei GS, 2012. The fruit moth population monitoring and control technique in different orchards. *Acta Phytomycol Sinica*, 39(1): 7–11. [田宝良, 马春森, 孔德仓, 赵存鹏, 魏国树, 2012. 不同果园中梨小食心虫种群监测与防控技术. 植物保护学报, 39(1): 7–11.]
- Yang XF, Feng N, Liu YF, Fan F, Ma CS, Wei GS, 2013. Effects of different colour backgrounds on spawning biology of *Grapholita molesta*. *Acta Phytomycol Sinica*, 40(3): 200–204. [杨小凡, 冯娜, 刘玉峰, 范凡, 马春森, 魏国树, 2013. 颜色背景对梨小食心虫成虫产卵生物学的影响. 植物保护学报, 40(3): 200–204.]
- Zhang XX, 2002. *Insect Ecology and Forecast*. 3rd ed. Beijing: China Agriculture Press. 77–83. [张孝羲, 2002. 昆虫生态及预测预报. 第3版. 北京: 中国农业出版社. 77–83.]