

室内饲养梨小食心虫幼虫脱果动态^{*}

官庆涛¹ 武海斌¹ 张坤鹏¹ 李素红² 张学萍¹ 孙瑞红^{1**}

(1. 山东省果树研究所 泰安 271000; 2. 山东天地园艺科技有限公司 泰安 271000)

摘要 为掌握不同果实室内饲养梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck) 的效果及幼虫脱果的动态, 以新红星苹果、富士苹果和大金星山楂饲养梨小食心虫, 逐日记载幼虫脱果数量, 并进行逻辑斯蒂(logistic equation)曲线拟合。结果显示, 相同接卵数和相同饲料重量的情况下, 3种饲料得到的幼虫数量高低次序为: 新红星苹果 > 红富士苹果 > 大金星山楂。其中, 新红星苹果每千克产虫量为 27.7 头, 显著高于其它两种饲料。经逻辑斯蒂方程拟合可知, 两种苹果幼虫脱果各时期及盛期历期相差较小; 而以山楂饲喂的幼虫脱果各时期均比苹果饲喂的梨小食心虫提前 4~5 d, 但盛期历期均为 6 d 左右。由此可知, 梨小食心虫幼虫脱果动态可能与寄主水果种类关系较大, 而与同种水果不同品种关系较小, 这也可能是造成梨小食心虫各代发生重叠及混栽园受害严重的原因。因此, 本研究不仅对在室内饲养梨小食心虫具有指导作用, 且为测报防治田间脱果幼虫时间提供依据。

关键词 梨小食心虫, 幼虫, 饲养, 动态, 脱果

Dynamics of the emergence of *Grapholita molesta* (Busck) larvae from fruit under laboratory conditions

GONG Qing-Tao¹ WU Hai-Bin¹ ZHANG Kun-Peng¹ LI Su-Hong²

ZHANG Xue-Ping¹ SUN Rui-Hong^{1**}

(1. Shandong Institute of Pomology, Taian 271000, China; 2. Shandong Tiandi Horticulture Technology Co., Ltd., Taian 271000, China)

Abstract In order to determine how best to rear *Grapholita molesta* (Busck) larvae in captivity and understand the dynamics of mature larvae emerging from fruit, we inoculated the same wet-weight of three common fruits (two apple varieties and one hawthorn variety) with the same number of *G. molesta* eggs and fitted a logistic equation to the number of mature larvae that emerged. The results show that the most larvae emerged from Starkrimson apple followed by Fuji apple then Da jinxing hawthorn. There was little difference in the emergence time of larvae from the two apple varieties but larvae emerged from the hawthorn fruit 4-5 days earlier than from either apple variety. The average emergence time was about 6 days. 27.7 larvae emerged from a kilogram of Starkrimson apple, significantly more than from the two other kinds of fruits. The dynamics of mature larvae emergence may be closely related to fruit species, but appear to have little relationship to the variety of the same fruit species. This may be the reason for the generational overlap and increased crop damage often caused by this pest in mixed orchards. These results not only provide guidelines for the captive rearing of *G. molesta* but also for controlling this pest in orchards.

Key words *Grapholita molesta*, larvae, rearing, dynamic, larvae leaving from fruit

梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck) 属鳞翅目, 卷蛾科, 简称梨小, 又名东方果蛀蛾, 桃折心虫, 俗称蛀虫、黑膏药, 是世界性的主要蛀果害虫之一(北京农业大学, 1981; 陈梅香等, 2009)。近年来由于气候因素、果园管理、传统防治方法的局

限性等客观原因的影响, 其发生危害有逐年加重的趋势。梨小食心虫作为果树生产中的重要害虫之一, 国内外有关研究逐年增多(于海利, 2011)。随着梨小食心虫实验室研究工作的不断深入, 需要大量且稳定的供试虫源(何超等, 2011)。目前,

* 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(201103024)。

** 通讯作者, E-mail: sruihong@126.com

收稿日期: 2013-09-16, 接受日期: 2013-10-29

国内对梨小食心虫人工饲料的研究正处于完善阶段,尚存在配方复杂,成本高,饲养过程中易受微生物感染而发霉和腐烂等问题 (Szöcs and Tóth, 1982)。除此之外,利用人工饲料连续饲养梨小食心虫,容易使卵孵化率低、成虫易受湿度影响而溺死、且容易出现种群衰退现象 (侯月利和花蕾, 2004; 杜鹃等, 2010)。利用天然的寄主水果 (如: 苹果、山楂等蔷薇科植物) 饲养梨小食心虫,不仅可以克服上述缺点,得到充足的不同发育阶段且与自然种群相近的试虫 (Summers, 1966; Fraser and Trimble, 2001; 张月亮等, 2006; 何超等, 2011; 周仙红等, 2011; 赵楠等, 2012), 为研究其生物学、生态学、生理生化及分子等提供稳定的试验虫源。而且研究其脱果动态, 也为确定田间防治适期提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验虫源

养虫室 [$T = (24 \pm 1) ^\circ\text{C}$, $L:D = 16:8$, $RH = 60\% \pm 10\%$] 中, 利用新红星苹果繁育梨小食心虫, 获得老熟幼虫, 化蛹后, 移入内部贴有卵卡的玻璃筒 ($\varnothing 15\text{ cm} \times 20\text{ cm}$) 中自由交配产卵, 将当日 (48 h 以内) 带有卵粒的卵卡移出备用。

1.2 试验方法

将新红星和红富士苹果 (均为标准 70 果, 平均单果重 180 g) 放入塑料箱 (长 40 cm $\times$ 宽 30 cm $\times$ 高 10 cm), 每箱装苹果 34 个, 总重量 6 kg, 两两

萼洼相对, 将卵卡 (卵约 1 000 粒) 均分成 15 份, 对折后放在萼洼相对处。箱底铺一层浸水纱布保湿, 盖上箱盖。重复 3 次。将大金星山楂果 3 kg (单果重 10 g) 同样放入上述塑料箱内, 分层放置, 将卵卡 (卵约 500 粒) 均分成若干份, 放在山楂上下层之间。重复 3 次。

老熟幼虫脱果期间, 记录幼虫脱果起止时间, 每天检查记录自果内脱出的幼虫数量。

试验完成后, 计算单位产虫数, 即每千克饲料获得幼虫头数。

1.3 数据处理与分析

将各处理的脱果幼虫数进行逐日累加, 以各日累计数占总数的百分比作为梨小食心虫幼虫进度, 并分别拟合逻辑斯蒂方程 (宫庆涛等, 2012)。方程拟合、曲线图、和方差分析均利用 Excel2010 软件完成。显著性分析采用 Duncan's 多重比较方法, 统计软件为 SPSS 18.0。

2 结果与分析

2.1 梨小食心虫幼虫逐日脱果动态

3 种水果饲养梨小食心虫所得幼虫逐日脱果动态见图 1 和表 1。从图 1 和表 1 可以看出, 在相同接卵数和相同饲料重量情况下, 从 3 种水果脱出的老熟幼虫总数高低次序是: 新红星苹果 > 红富士苹果 > 大金星山楂。从 3 种寄主水果饲养梨小食心虫得到的脱果参数看, 其初见日基本相同, 无显著性差异。但高峰日差异较大, 以大金星山楂幼虫脱果高峰日出现最早, 其次是红富士苹果,

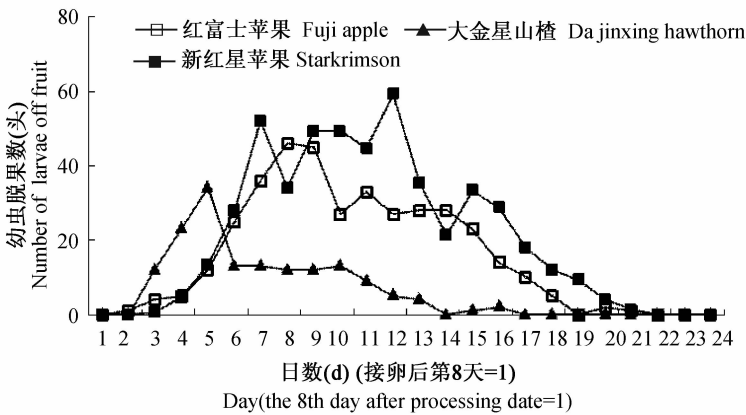


图 1 3 种水果饲养的梨小食心虫老熟幼虫逐日脱果动态

Fig. 1 The dynamics of larvae of *Grapholitha molesta* daily off three fruits

新红星苹果饲养的脱果最晚,3 种饲料差异显著。两种苹果饲养的幼虫脱果终见日均显著晚于山楂。就幼虫脱果历期而言,大金星山楂处理的历期最短,为 12.0 d;富士苹果处理的历期为 16.7 d,新红星苹果处理的历期为 17.0 d,均显著长于山楂。从图 1 幼虫脱果曲线变化趋势可看出,两种苹果饲养的幼虫脱果基本呈正态分布,而山楂中幼虫脱果呈左偏态分布。

表 1 3 种水果饲养的梨小食心虫幼虫脱果发生历期比较
Table 1 The parameter comparison of the *Grapholitha molesta* larvae daily off three fruits

寄主水果 Host fruits	接卵数(粒) No. of egg	幼虫数(头) No. of larvae	单位产虫数 (头/kg) No. of larvae per kg	初见日(d) Beginning date	高峰日(d) Peaking date	终见日(d) Ending date	脱果历期(d) Length of period
红富士苹果 Fuji apple	3 000	372	20.7 ± 1.9b	10.7 ± 0.6a	16.3 ± 0.6b	27.3 ± 2.1a	16.7 ± 2.5a
新红星苹果 Starkrimson	3 000	499	27.7 ± 1.9a	11.3 ± 0.6a	19.7 ± 0.6a	28.3 ± 0.6a	17.0 ± 1.0a
大金星山楂 Da jinxing hawthorn	1 500	153	17.0 ± 2.4b	11.0 ± 0.0a	12.7 ± 0.6c	23.0 ± 1.7b	12.0 ± 1.7b

注:表内数据为 mean ± SE,同列数据后标有不同小写字母表示经 Duncan's 多重比较差异显著(P<0.05)。Date are presented as mean ± SE,and followed by different small letters indicate significant difference at 0.05 level by Duncan's new multiple range test.

2.2 梨小食心虫幼虫逐日脱果动态模型

为了得到梨小食心虫在 3 种水果上的逐日脱果动态,将每日脱果幼虫数累计换算为幼虫脱果进度(Y_x),并与幼虫脱果时间拟合为逻辑斯蒂模型,且在方程拟合时,令接卵后第 8 天 = 1。通过模型分别得到幼虫脱果进度始盛期(16%)、盛期(50%)和盛末期(84%),进而得到 3 种寄主水果饲养梨小食心虫幼虫脱果动态指标。各幼虫脱果进度的实际值和相应模型公式如下。

红富士苹果:

$$Y_{\text{红富士苹果}} = \frac{100}{1 + e^{5.8563 - 0.5742X}} \quad (R^2 = 0.9802, F = 843.690, P = 6.26E - 16),$$

$$\text{新红星苹果: } Y_{\text{新红星苹果}} = \frac{100}{1 + e^{6.4778 - 0.5889X}} \quad (R^2 = 0.9661, F = 598.915, P = 6.40E - 17),$$

$$\text{大金星山楂: } Y_{\text{新红星苹果}} = \frac{100}{1 + e^{3.3565 - 0.5298X}} \quad (R^2 = 0.9780, F = 489.673, P = 1.80E - 10)。$$

各幼虫脱果进度的实际值和相应模型拟合值曲线见图 2。

根据动态模型计算幼虫脱果为 16%、50% 和

84% 对应的时间,得到 3 种处理下幼虫脱果的始盛期、盛期、盛末期和盛期历期(表 2)。

由图 2 和表 2 可以看出,用山楂饲养的幼虫脱果始盛期、盛期和盛末期比红富士苹果分别提前了 4.1、3.9 和 3.6 d,比新红星苹果提前了 5、4.7 和 4.3 d。而富士和红星两种苹果的始盛期、盛期和盛末期相差甚微。但上述 3 种水果饲养的梨小食心虫脱果的盛期历期均 6 d 左右,不随脱果时期的变化而发生改变。

3 结论与讨论

红富士苹果和新红星苹果的鲜果含水量一般在 85% 左右,在(24 ± 1)℃ 温度下,完全能够维持到梨小食心虫老熟幼虫完全脱果。苹果营养丰富,饲养的梨小食心虫幼虫个体大,光泽度好,活力强。山楂鲜果中含水量一般为 70% ~ 76%,与其它水果相比山楂的含水量比较低(徐晶,2002)且其果型较小,蒸发量大,试验后期,果实因失水严重而出现干瘪,导致后期幼虫脱果困难,这也是利用山楂饲养梨小食心虫老熟幼虫脱果呈现左偏态分布,而两种苹果为正态分布的原因。除此之外,山楂果肉少,为幼虫提供营养能力有限,导致

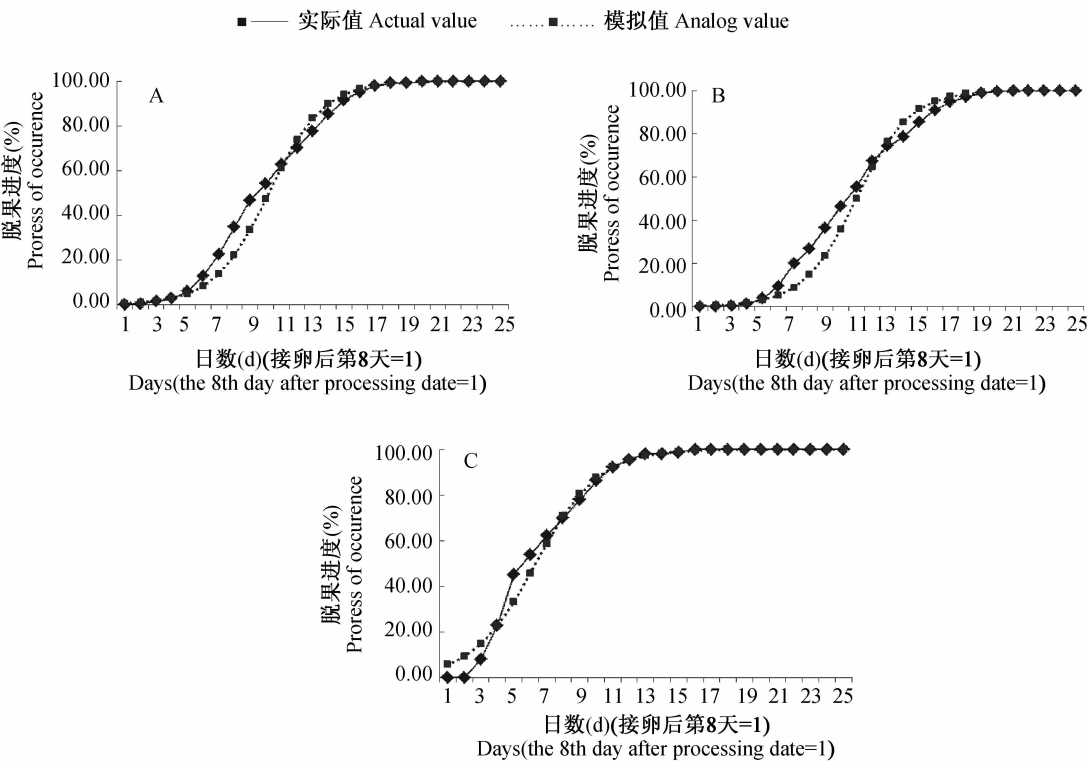


图 2 3 种水果饲养梨小食心虫幼虫脱果动态模型

Fig. 2 Models of dynamics for the *Grapholitha molesta* larvae daily off three fruits

A:红富士苹果 Fuji apple; B:新红星苹果 Starkrimson; C:大金星山楂 Da jinxing hawthorn.

表 2 3 种水果饲养的梨小食心虫幼虫脱果始盛期、盛期和盛末期

寄主水果 Host fruits	始盛期 (d) Beginning fast growth period	高峰期 (d) Fastest growth period	盛末期 (d) Lowest growth period	盛期历期 (d) Length of fastest growth period
红富士苹果 Fuji apple	15.3	18.2	21.1	5.8
新红星苹果 Starkrimson	16.2	19.0	21.8	5.6
大金星山楂 Da jinxing hawthorn	11.2	14.3	17.5	6.3

饲养出的幼虫个体小,光泽度差,活动能力差。

从幼虫逐日脱果动态参数发现,3 种寄主水果饲养梨小食心虫幼虫脱果初见日基本相同,而高峰日和终见日差别较大,这也可能是导致梨小食心虫幼虫个体大小、虫体光泽度和活力差异的一个重要因素。脱果高峰日延后,幼虫充分补充营养,幼虫个体大,光泽度好,活动能力强。

经过逻辑斯蒂模型拟合发现,两种苹果饲养梨小食心虫的发育时期基本一致,比山楂饲养的幼虫脱果时间推迟 4 d。但 3 种水果饲养梨小食心虫幼虫的盛期历期均为 6 d 左右,不因脱果时期的变化而改变。由此推知,梨小食心虫幼虫脱果动态可能与寄主种类关系较大,而与同种水果不同品种关系较小,这可能是造成该虫发生世代重

叠和桃、梨、苹果、杏、李、山楂、樱桃、枇杷混栽或近距离栽培的果园内发生严重的原因之一(李云瑞,2005)。

饲养过程中,笔者发现梨小食心虫的饲养与苹果的成熟度密切相关,随着果实储藏时间的延长,果肉逐渐变绵,腐烂率提高,容易导致果内幼虫死亡。

参考文献 (References)

Fraser HW, Trimble RM, 2001. Effect of delayed mating on reproductive biology of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Can. Entomol.*, 133:219 – 227.

Summers FM, 1966. The oriental fruit moth in California. *Calif. Agric. Exp. Stn. Circ.*, 539:1 – 18.

Szőcs G, Tóth M, 2001. Rearing of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* Busck, on simple semisynthetic diets, *Acta. Phytopath. Acad. Sci. Hung.*, 17(34):295 – 299.

北京农业大学,1981. 果树昆虫学(下册). 北京:中国农业出版社. 322 – 326.

陈梅香,骆有庆,赵春江,陶万强,马万娥,王合,2009. 梨小食心虫研究进展. 北方园艺, (8):144 – 147.

杜鹃,王艳蓉,仵均祥, 2010. 不同饲料配方对梨小食心虫生长发育及繁殖的影响. 山西农业大学学报(自然科学

版), 30(3):228 – 231.

何超,孟泉科,花蕾,陈文,2011. 梨小食心虫人工饲养技术研究. 上海交通大学学报(农业科学版),29(6):51 – 55.

侯月利,花蕾, 2004. 利用苹果饲养桃小食心虫的技术. 陕西林业科技, (2):24 – 26.

宫庆涛,武可明,唐松,何林,赵志模, 2012. 柑橘大实蝇羽化出土及橘园成虫诱集动态研究. 生物安全学报, 21(2):153 – 158.

李云瑞, 2005. 农业昆虫学. 北京:高等教育出版社. 183 – 184.

徐晶, 2002. 山楂果醋及山楂茶的研究与开发. 硕士学位论文文. 北京:中国农业大学.

于海利, 2011. 梨小食心虫 *Grapholita molesta* Busck 的趋光性及绿光对其生物学特性大的影响. 硕士学位论文. 杨凌:西北农林科技大学.

赵楠,张思聪,于毅,周仙红,张安盛,门兴元,许永玉,李丽莉, 2012. 桃小食心虫饲养技术的研究进展. 山东农业科学,44(5):106 – 109.

张月亮,慕卫,赵德,刘彦良,杨连来, 2006. 用苹果饲养桃小食心虫的方法. 昆虫知识, 43(4):571 – 573.

周仙红,李丽莉,张思聪,张安盛,门兴元,于毅, 2011. 梨小食心虫发生规律及无公害防治技术. 山东农业科学,43(10):76 – 81.