

幼虫密度对马铃薯块茎蛾生长发育及繁殖的影响*

马艳粉¹ 胥勇² 李娜¹ 李正跃¹ 何月秋¹ 肖春^{**}

(1. 云南农业大学植物保护学院 昆明 650201; 2. 云南省德宏州种子管理站 潞西 678400)

Effect of larval density on growth, development and reproduction of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*. MA Yan-Fen¹, XU Yong², LI Na¹, LI Zheng-Yue¹, HE Yue-Qiu¹, XiAO Chun^{1**} (1. *College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China*; 2. *Department of Seed Management of Dehong City, Luxi 678400, China*)

Abstract The effect of larval density (5, 10, 15, 20, 25 and 30 larvae/tuber) on the growth, development and reproduction of offspring of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller was investigated under laboratory conditions. The results show that larval density significantly affected growth, development and reproduction. The duration of larval (7.1 – 9.1 d), and pupal (8.8 – 9.9 d) stages, and adult female and male life spans (6.7 – 11.6 d, 6.4 – 12.9 d, respectively), was longer at higher larval densities. Larval survival (70.3% – 93.3%) and pupal emergence (69.8% – 91.7%) were significantly lower at higher larval densities. Pupal weight (9.2 – 11.4 mg), the number of eggs per female (136.8 – 166.0) and the ratio of females: males (0.54 – 2.17) decreased with increasing larval density. Increased larval density also affected the life history of offspring; offspring of insects raised at high larval densities had longer egg (3.0 – 4.4 d), larval (6.2 – 10.8 d), pupal (8.1 – 10.0 d), and adult stages (female = 7.4 – 11.8 d, male = 6.6 – 10.5 d), and a longer overall generation time (24.4 – 36.1 d). However, they also had lower hatching (73.1% – 79.0%), larval survival (55.0% – 96.8%), pupal emergence (63.3% – 93.3%) and overall survival (25.6% – 75.1%). The offspring of insects raised at high larval densities had lighter pupae (8.9 – 9.9 mg), a lower female: male ratio (0.45 – 2.20) and fewer eggs per female (93.5 – 155.6). The index of population trend (*I*) decreased from 76.43 – 7.44 with increasing larval density. The optimal density of potato tuber moths was 1 larvae/ 13.0 – 26.0 g tuber.

Key words *Phthorimaea operculella*, density, growth, development, reproduction

摘要 室内观察了块茎中不同虫口密度(5、10、15、20、25、30头/块茎)对马铃薯块茎蛾 *Phthorimaea operculella* (Zeller)生长发育、后代发育和繁殖的影响。结果显示:幼虫密度显著影响马铃薯块茎蛾的生长发育及繁殖。对其生长发育影响的结果表明:幼虫的发育历期(7.1 ~ 9.1 d)、蛹的历期(8.8 ~ 9.9 d)、雌雄成虫的历期(分别为6.4 ~ 12.9 d, 6.7 ~ 11.6 d)随幼虫密度的增加而延长;幼虫存活率(70.3% ~ 93.3%)、蛹的羽化率(69.8% ~ 91.7%)随幼虫密度的增加显著下降;单头蛹重(9.2 ~ 11.4 mg)、单雌产卵量(136.8 ~ 166.0粒)、成虫的雌:雄比(0.54 ~ 2.17)随幼虫密度的增加而下降。对其后代发育及繁殖的影响的结果表明:卵的发育历期(3.0 ~ 4.4 d)、幼虫的发育历期(6.2 ~ 10.8 d)、蛹的历期(8.1 ~ 10.0 d)、雌雄成虫的历期(分别为7.4 ~ 11.8 d, 6.6 ~ 10.5 d)、世代发育历期(24.4 ~ 36.1 d)随幼虫密度的增加而从延长;卵的孵化率(73.1% ~ 79.0%)、幼虫存活率(55.0% ~ 96.8%)、

* 资助项目:国家教委重点科研项目(205145)。

**通讯作者, E-mail: xiaochune@yahoo.cn

收稿日期:2009-10-29, 修回日期:2010-02-04

蛹的羽化率(63.3%~93.3%)、世代的存活率(25.6%~71.5%)随虫口密度的增加而下降;单头蛹重(8.9~9.9 mg)、单雌产卵量(93.5~155.6粒)、成虫的雌:雄比(0.45~2.20)随虫口密度的增加而下降;种群趋势指数(I)(7.44~76.43)随幼虫密度的增加而下降。马铃薯块茎蛾的饲养密度建议以1头/13.0~26.0 g块茎为宜。

关键词 马铃薯块茎蛾, 虫口密度, 生长, 发育, 繁殖

马铃薯块茎蛾 *Phthorimaea operculella* (Zeller) 广泛分布在热带和亚热带地区, 是一种仅危害烟草、马铃薯、番茄等茄科植物的寡食性害虫。该虫在田间以幼虫蛀食寄主叶片、嫩梢, 影响植株生长。储存期的马铃薯块茎被害时可导致整个薯块被蛀空, 失去食用价值^[1,2]。严重的阻碍了马铃薯种植业的发展。

根据该虫以幼虫蛀食马铃薯块茎的习性, 室内用马铃薯人工饲养已取得了较为理想的结果^[3], 但在饲养过程中发现雄成虫比例较高, 而且全代存活率不高。有报道显示, 幼虫密度是影响昆虫生长发育及繁殖的重要因素之一。如, 幼虫密度对洋虫 *Palembus demestoides* (Fairmaire)、黄粉虫 *Tenebrio molitor* (L.) 及甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner) 等群居性昆虫的生长发育、存活和生殖能力均有显著的影响^[4-6]。但块茎内幼虫密度是否影响马铃薯块茎蛾生长发育和繁殖未见报道。为解决饲养过程中雌雄比失调的问题, 快速高质量的繁殖马铃薯块茎蛾, 作者在室内观察了块茎内不同的虫口密度对马铃薯块茎蛾生长发育及繁殖的影响, 以期找到用马铃薯块茎饲养马铃薯块茎蛾的最佳饲养密度, 并在了解马铃薯块茎蛾种群动态规律的基础上制定更好的防治措施。

1 材料与方 法

1.1 供试昆虫

马铃薯块茎蛾采自云南宣威市。幼虫以马铃薯块茎饲养, 成虫以10%蜂蜜水饲养^[3]。饲养条件温度(24±2)℃, 光周期 L:D=12:12, 相对湿度为50%~70%。

1.2 供试品种

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) (合作88) 块茎购于市场。

1.3 幼虫密度对马铃薯块茎蛾生长发育和繁殖的影响

挑选大小相近(130±2)g的新鲜马铃薯块茎洗净、晾干。将初孵幼虫接到块茎上。通过观察初孵幼虫的钻蛀情况确定蛀入每一块茎内的虫量(5、10、15、20、25、30头)。将带虫块茎分别置于一端开口的圆形塑料容器(Φ=13.0 cm, h=14.5 cm)中, 以纱布(40目)封口后置于养虫室内(环境条件同上)。观察有老熟幼虫钻蛀出块茎化蛹时, 记录化蛹量、用1/10 000的电子天平称量单头蛹重。将单头蛹放在指型管(Φ=2.5 cm, h=8.0 cm)中, 记录蛹的历期、羽化后成虫的数量及性比。每个处理6次重复。

将各处理的同日龄雌雄成虫配对分别置于指型管(规格同上)中, 以纱布封口, 其上放有滤纸以便成虫产卵, 以10%蜂蜜水为成虫补充营养。收集、记录单雌产卵量。观察、记录成虫存活时间。10次重复。

从收集的卵中随机取30粒置于保湿培养皿中, 观察、记录各处理卵的发育历期、孵化率。3次重复。

从每种处理(5、10、15、20、25、30头/块茎)后代初孵幼虫中取与亲代相同数量的幼虫分别接入到块茎(130±2)g中, 用上述实验方法测定幼虫密度对后代(第2代)生长发育及繁殖的影响。6次重复。

1.4 数据处理

采用单因素方差分析(ANOVA)及Duncan's多重比较(SAS8.0)分析不同处理间的显著差异性, $P < 0.05$ 。

$$\text{幼虫存活率}(\%) = \frac{\text{化蛹头数}}{\text{供试幼虫数}} \times 100,$$

$$\text{羽化率}(\%) = \frac{\text{成虫头数}}{\text{化蛹头数}} \times 100,$$

$$\text{卵孵化率}(\%) = \frac{\text{孵化出的幼虫量}}{\text{供试卵量}} \times 100,$$

$$\text{世代存活率}(\%) = \frac{\text{成虫头数}}{\text{供试卵量}} \times 100,$$

$$\text{种群趋势指数 } I = S_1 S_2 S_3 \cdots S_A P_{\text{♀}} F P_F^{[7]},$$

I :代表经过 1 代生长、繁殖后,种群数量增加的倍数; $S_1 S_2 S_3 \cdots S_A$ 分别代表卵、各龄若虫、蛹、成虫的存活率; $P_{\text{♀}}$ 雌性比率; F 指雌虫最高产卵量; P_F 指实际产出率 = 实际平均产卵量/最高产卵量。

2 结果与分析

2.1 块茎中幼虫密度对马铃薯块茎蛾生长发育的影响

试验结果见表 1,由表 1 可知,块茎内马铃薯块茎蛾幼虫密度对马铃薯块茎蛾的生长发育有显著影响。幼虫的发育历期在 5、10 头/块茎时分别为 7.1 d 和 7.7 d,与 30 头/块茎的发育历期(9.1 d)间存在显著差异,但与其它幼虫密度下的发育历期间无显著差异;幼虫存活率随幼虫密度的增加显著下降(70.3% ~ 93.3%)。

蛹的历期随幼虫密度的增加从 8.8 d 延长至 9.9 d,但差异不显著;蛹重随幼虫密度的增加从 11.4 mg 显著下降至 9.2 mg;蛹的羽化率随幼虫密度的增加显著下降(69.8% ~ 91.7%)。

雌、雄成虫历期随幼虫密度的增加而延长(分别为 6.4 ~ 12.9 d,6.7 ~ 11.6 d),各雌、雄成虫历期间均差异显著;单雌产卵量随幼虫密度的增加从 166.0 粒显著下降至 136.8 粒;成虫中雌:雄比随幼虫密度的增加而降低,5、10 头/块茎的雌:雄比(分别为 2.17、1.62)与 20、25、30 头/块茎的雌:雄比(分别为 0.94、0.95、0.54)间存在显著差异。

2.2 块茎中幼虫密度对马铃薯块茎蛾后代发育及繁殖的影响

试验结果见表 2,由表 2 可知,幼虫密度对马铃薯块茎蛾的第 2 代发育及繁殖有显著影响。随着块茎内幼虫密度的增加,第 2 代卵的发育历期在 5、10 头/块茎时分别为 3.0 和 3.2

d,与 15 头/块茎的(3.4 d)间无显著差异,但与其它幼虫密度下的卵发育历期间存在显著差异;卵的孵化率随幼虫密度的增加从 79.0% 下降至 73.1%,但不存在显著差异。

第 2 代幼虫的发育历期在 5、10 头/块茎间(分别为 6.2 和 6.3 d)差异不显著,但与其它幼虫密度的发育历期间存在显著差异;幼虫存活率随幼虫密度的增加显著下降(55.0% ~ 96.7%)。

第 2 代蛹历期随幼虫密度的增加显著延长(8.1 ~ 10.0 d);蛹重随幼虫密度的增加而下降(8.9 ~ 9.9 mg),但各蛹重间差异不显著;蛹的羽化率随幼虫密度的增加而下降(63.3% ~ 93.3%),5、10 头/块茎的羽化率间差异不显著,与其它密度的之间均差异显著。

第 2 代雌、雄成虫历期随幼虫密度的增加而延长(分别为 7.4 ~ 11.8 d,6.6 ~ 10.5 d),各雌、雄成虫历期间均差异显著;单雌产卵量随幼虫密度的增加从 155.6 粒显著降至 93.5 粒;雌:雄的比例随幼虫密度的增加从 2.20 显著下降至 0.45。

世代发育历期随幼虫密度的不断增加从 24.4 d 延长至 36.1 d,并存在显著差异;世代的存活率随幼虫密度的增加从 71.5% 显著降至 25.6%;种群趋势指数随幼虫密度的不断增加从 76.3 降至 7.44。

3 讨论

本试验结果表明块茎中幼虫密度是影响马铃薯块茎蛾生长发育及后代的发育及繁殖主要因素之一。本试验结果中的各虫态历期、蛹重、雌:雄比、单雌产卵量以及不同虫态的存活率与已报道的马铃薯块茎蛾的各虫态的发育历期及存活率的有所差异,这可能是由于温度及湿度等环境条件不同造成的^[3,8]。

马铃薯块茎蛾幼虫的发育历期随幼虫密度的增加都有不同程度的延长,幼虫存活率也随虫口密度的增加不断下降,洋虫、黄粉虫也存在此类现象^[4,5]。影响其发育历期的原因:①幼虫虫口密度大,取食量可能会因竞争而下降,引

起幼虫的营养不足;②个体间由于生理性抑制导致发育变慢^[9];幼虫密度大时,可能导致幼虫间存在食物和空间竞争使个体受伤,从而影响个体的健康状态,导致其存活率下降^[9]。

马铃薯块茎蛾蛹的发育历期随幼虫密度的增加都有不同程度的延长,蛹重及蛹羽化率随幼虫密度的增加而下降,甜菜夜蛾也存在此现象^[6]。由于虫口密度大时引起幼虫的食物短缺导致发育历期延长及蛹重下降,蛹重的下降可能导致蛹的羽化率的下降^[10]。

马铃薯块茎蛾的雌雄成虫的历期随幼虫密度的增加都有不同程度的延长,单雌产卵量随幼虫密度的增加有不同程度的降低,在甜菜叶蛾及粘虫 *Mythimna seperata* (Walker) 中也有该现象^[6, 11]。可能是由于幼虫密度大营养不良,引起蛹重下降会造成成虫缺少营养,影响了雌蛾潜在繁殖力^[11~15];随幼虫密度的增加,发育成雌蛾的比例下降,这与贝氏潜蝇姬小蜂 *Diglyphus begini* (Ashmead) 在个体较小的寄主上发育成雄虫的比例高,在较大个体寄主上发育成雌虫比例高相一致^[16],而且寄生蜂中过寄生导致雌性比下降^[17, 18]。如果食物紧缺的情况下产雌高,后代基数则更高,在食物短缺时这对该虫的种群生存更不利。

马铃薯块茎蛾不同密度下发育而来的成虫后代中卵的发育历期随幼虫密度的增加不断延长,卵的孵化率也随密度的增加不断下降,德国小蠊 *Blattella germanica* (L.) 也存在此类现象^[19]。蛹重的下降可能影响及雌蛾的繁殖力下降,引起的下一代中卵的孵化率降低^[13]。

马铃薯块茎蛾的全代发育历期随虫口密度的增加而延长,世代存活率及种群趋势指数随虫口密度的增加而下降,甜菜夜蛾在一定的虫口密度下也存在该现象,这说明高幼虫密度不利于种群的繁殖^[6]。

从幼虫密度对后代发育及繁殖的影响的结果可以看出,马铃薯块茎蛾的饲养密度在 10 头/块茎(1 头/13.0 g) 以上各虫态的存活率、雌:雄比、单雌产卵量有明显的下降,这不利于种群的繁殖;但从世代发育历期来看,5 头/

130.0 g 块茎(1 头/26.0 g 块茎)与 10 头/块茎(1 头/13.0 g) 间并没有显著延长,因此综合考虑,建议室内饲养以 5~10 头/130.0 g 块茎(1 头/13.0~26.0 g 块茎) 为宜。本试验结果也为将来试验中块茎中设定合理的虫口密度提供科学依据,为将来马铃薯块茎蛾的合理快速繁殖提供参考,同时也为将来马铃薯块茎蛾的防治的研究打下基础。既然马铃薯块茎蛾在不同虫口密度下饲养对其生长发育及繁殖产生显著的影响,那么块茎内不同虫口密度是否会对该虫的生殖行为及其他生物学特性产生影响有待进一步研究。

参 考 文 献

- 徐树云. 烟草害虫防治. 郑州: 河南科学技术出版社, 1993. 202~209.
- Das P. D., Raina R., Prasad A. R., et al. Electroantennogram responses of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) to plant volatiles. *J. Biosci.*, 2007, **32**(2): 339~349.
- 桂富荣, 李正跃. 用马铃薯人工饲养马铃薯块茎蛾的方法. *昆虫知识*, 2003, **40**(2): 187~189.
- 周蕊, 陈力. 饲养密度对洋虫生长发育的影响. *昆虫知识*, 2006, **43**(3): 389~391.
- 柴培春, 张润杰. 饲养密度对黄粉虫幼虫生长发育的影响. *昆虫知识*, 2001, **38**(6): 445~455.
- 王娟, 江幸福, 吴德龙, 等. 幼虫密度对甜菜夜蛾生长发育与繁殖的影响. *昆虫学报*, 2008, **51**(8): 889~894.
- 庞雄飞. 种群数量控制指数及其应用. *植物保护学报*, 1990, **17**(1): 11~16.
- 金秀萍, 李正跃, 陈斌, 等. 不同温度下马铃薯块茎蛾实验种群生命表研究. *西南农业学报*, 2005, **18**(6): 773~776.
- Gould J. R., Elkinton J. S., Oddll T. M. Superparasitism of gypsy moth, *Lymamria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae), larvae by *Parasetigena silvestris* (Roblneau Deslvoidy) (Diptera: Tachinidae). *Canadian Entomologist*, 1992, **124**: 425~436.
- 于飞, 曾鑫年, 张帅, 等. 取食量对昆虫生长发育影响的研究. *广东农业科学*, 2004, **1**: 44~46.
- 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. *昆虫学报*, 1995, **38**(1): 38~45.
- Hill M. G., Hiral K. Adult response to larval rearing density in *Mythimna separata* and *Mithimna pallens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Appi. Ent. Zool.*, 1986, **21**: 191~202.
- 侯茂林, 盛承发. 食物对棉铃虫生长发育及繁殖的影响.

- 昆虫学报,2000,**43**(2):168~175.
- 14 赵善欢,张兴,刘秀琼. 印楝素对亚洲玉米螟幼虫生长发育的影响. 昆虫学报,1984,**27**(3):241~247.
- 15 Zeng X. N., Fang J. F. Effects of cyasterone on growth and development of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Entomol. Sinica*, 2001, **8**(3):233~239.
- 16 赵勇,李照会,许维岸,等. 美洲斑潜蝇外寄生蜂 - 贝氏潜蝇姬小蜂研究进展. 昆虫天敌,2002,**24**(1):32~36.
- 17 李丽英. 赤眼蜂研究应用新进展. 昆虫知识,1984,**21**(5):237~240.
- 18 胡萃,万兴生. 蝶蛹金小蜂性比的研究. 昆虫学报,1988,**31**(3):332~335.
- 19 谢秀霞,付荣恕,霍新北. 不同饲养密度对德国小蠊生殖力影响. 中国公共卫生,2007,**23**(5):588~589.