

沙土含水量对桔小实蝇蛹存活的影响

任璐, 陆永跃, 曾玲

(华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642)

摘要:采用室内湿度配比的方法研究了沙土含水量对桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 存活的影响. 结果表明沙土含水量对于桔小实蝇老熟幼虫和初龄蛹的存活影响很大. 持续干燥大大降低了老熟幼虫和1日龄蛹的存活和羽化. 在沙土相对含水量为0的条件下, 3龄老熟幼虫仅有11.67%能够存活并正常羽化; 1日龄蛹在持续干燥的情况(干燥器中处理9 d)下死亡率上升至75.47%. 桔小实蝇的老熟幼虫和各日龄蛹均不能在饱和沙土含水量的沙土中存活. 高相对含水量($w = 80\%$)沙土对发育中蛹的影响较大, 3日龄蛹和6日龄蛹分别只有41%和39%的存活率. 另外在干燥和高相对含水量的条件下, 6日龄蛹的羽化成虫畸形率也显著上升, 分别为7.22%和15.22%.

关键词:桔小实蝇; 沙土含水量; 蛹; 存活

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2007)01-0063-04

Effect of Sand Water Content on the Pupal Survival of *Bactrocera dorsalis* (Hendel)

REN Lu, LU Yong-yue, ZENG Ling

(Lab of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Sand water content had the serious influence on the survival of larvae and one-day-old pupae of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. Excessive water loss was an important reason, could cause the prepupation and pupal mortality. In the desiccation condition, only 11.67% of the 3rd instar larvae could survive and develop to emerge. The mortality of one-day-old pupae kept inside a desiccation container for 9 days reached to 75.47%. Under the saturated moist condition, none of larvae and pupae could survive. It was indicated that high sand water content had a negative effect on the pupae. The survival rates of three-day-old and six-day-old pupae were 39% and 41% respectively under the high sand water content condition (RH 80%). And the abnormal rates of adults and six-day-old pupae were significantly high under the condition of desiccation and high sand water content.

Key words: *Bactrocera dorsalis*; sand water content; pupae; survival

桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 是为害热带和亚热带水果、蔬菜的重要检疫性蛀果害虫. 该虫成虫寿命长, 生殖潜能大, 世代重叠严重, 极易暴发生成灾, 而且很难防治. 1头雌虫一生产卵1000粒左右^[1], 在每个水果上平均产3~30粒卵^[2]. 幼虫老熟

后从果实中弹跳出, 入土化蛹. 桔小实蝇偏好阴暗、潮湿和大颗粒的沙土中化蛹. 在潮湿的沙土中大部分幼虫在距离地表4 cm左右的沙土中化蛹, 在距离初始弹跳处7~16 cm处入土, 在干燥的沙土中, 幼虫在浅土层(2 cm左右)中化蛹^[3]. 浸水时间、沙

收稿日期: 2006-01-12

作者简介: 任璐(1977—), 女, 博士研究生; 通讯作者: 曾玲(1949—), 女, 教授, E-mail: zengling@scau.edu.cn

基金项目: 国家“973”项目(2002CB111400); 广东省科技计划项目(2002B2160203, 2004A20401002); 广东省桔小实蝇为害控制专项(粤财农[2003]97, 粤财农[2004]92号, 粤财农[2005]358号)

土含水量对桔小实蝇蛹的存活及成虫羽化有明显影响^[4]。目前对老熟幼虫在不同沙土含水量中化蛹、不同日龄蛹对沙土含水量的要求及完全干燥和饱和沙土含水量胁迫对蛹发育的影响等还缺乏系统研究。本试验观察了桔小实蝇老熟幼虫和蛹在沙土不同含水量条件下的存活和羽化情况及干燥胁迫对1日龄蛹存活的影响,为更好了解和掌握桔小实蝇老熟幼虫和蛹的习性提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

从广州市杨桃公园采集被桔小实蝇为害的杨桃和番石榴烂果,带回华南农业大学昆虫生态研究室检疫实验室内,放入采虫罐中,在温度为 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、13 h 光:11 h 暗(每天早上6:00开灯,晚上19:00关灯)、湿度为60%~70%条件下饲养,待桔小实蝇化蛹、羽化后取出,放入养虫笼(60 cm × 50 cm × 50 cm)中,群体饲养繁殖10代以上。为保持实验种群的生活力,每隔2~3个月采集1次田间种群与室内种群杂交。试验沙土过40目筛后,在100~120℃烘箱中烘12 h后备用。

1.2 不同相对含水量沙土对桔小实蝇蛹的作用

按照吴千红等^[5]配比沙土含水量的方法配置不同相对含水量(w 分别为0、20%、40%、60%、80%和100%)的沙土。将配好的沙土放入一次性塑料杯中,用保鲜膜封口并戳小孔保持透气,然后称质量、记录。隔日再称质量,并补充散失水分,以保持稳定的沙土相对含水量。将3龄老熟幼虫以及3、6、9日龄蛹 $[(25 \pm 1)^\circ\text{C}]$ 的温度条件下桔小实蝇蛹期为10~11 d]放入不同含水量的沙土中,置于 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 培养箱中观察,每日记录羽化成虫数(活虫和死虫)直至无成虫羽化,检查亦无活蛹。统计成虫羽化情况(正常和畸形)和存活率。每处理5次重复,每重复观察20~25头蛹。

以羽化始期、羽化高峰期、死亡高峰期、羽化成虫全部死亡所历经的时间和畸形成虫百分率等指标评价不同含水量对桔小实蝇不同日龄蛹羽化的影响。羽化始期(即开始羽化日期)指处理时间起到第1头成虫羽化的时间。羽化高峰期指处理时间起累计羽化成虫数占总羽化成虫数70%~80%的时间。死亡高峰期指处理时间起累计死亡成虫数占总羽化成虫数70%~80%的时间;羽化成虫全部死亡所历经的时间是指从第1头成虫羽化开始至最后1头死亡

所历经的时间。畸形成虫是指成虫能够从蛹壳中脱裂但翅不能正常发育。

1.3 完全干燥对桔小实蝇蛹的作用

将1日龄蛹放入装有硅胶的干燥器中,每日取出1组,每组100头,覆盖相对含水量为 $(30 \pm 5)\%$ 的沙土,置于 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 光照培养箱中观察,待其羽化,观察、记录内容和方法同1.2。

1.4 统计分析

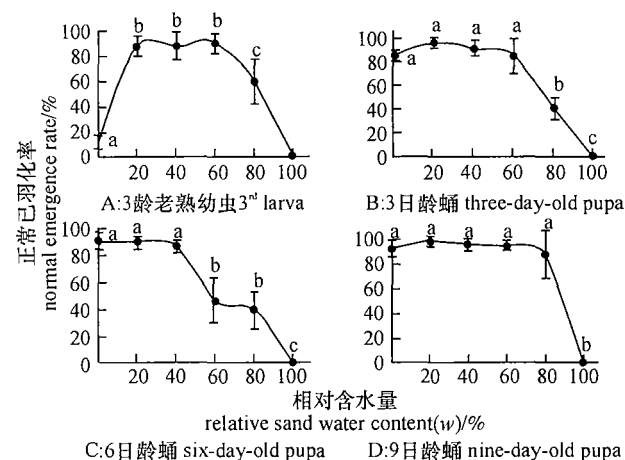
用SPSS软件对实验数据进行分析,不同发育阶段蛹的存活率差异比较使用 one-way ANOVA/Duncan's 法。

2 结果与分析

2.1 不同相对含水量沙土中桔小实蝇蛹的羽化率

不同日龄桔小实蝇蛹在不同相对含水量沙土中羽化率变化规律是不相同的(图1)。随着沙土相对含水量增大,3龄老熟幼虫处理后成虫正常羽化率曲线近似于一个梯形,相对含水量(w)20%~80%时,正常羽化率较高,均在60%以上,而完全干燥($w=0$)和饱和含水量($w=100\%$)沙土条件十分不利于老熟幼虫化蛹和成虫羽化,前者仅有11.67%老熟幼虫能化蛹至正常羽化(图1A)。

对于3日龄蛹,沙土相对含水量在0~60%时成虫正常羽化率较高,高于80%;当相对含水量上升至80%,成虫正常羽化率显著下降,仅为41%;100%时为0。这说明高含水量明显影响3日龄蛹正常发育和



带有相同字母的表示经 Duncan's 法分析在 0.05 水平上差异不显著
Same letters above error bars indicated no significant difference at 0.05 level by the way of Duncan's

图1 桔小实蝇老熟幼虫和不同日龄蛹在不同相对含水量沙土中羽化率

Fig. 1 Emergence rate of oriental fruit fly mature larva and pupa in different relative sand water content

存活(图 1B). 随着沙土相对含水量的升高,6 日龄蛹正常羽化率呈逐渐下降趋势,相对含水量 0~40% 时,正常羽化率大于 80%,沙土相对含水量为 60% 时正常羽化率降低至 40% 左右,100% 时为 0(图 1C). 9 日龄处理,除饱和沙土含水量外,其他沙土含水量时羽化基本不受影响(图 1D). 各个处理中,沙土饱和含水量对各个时期桔小实蝇蛹存活影响最

大,100% 成虫不能正常羽化.

2.2 桔小实蝇蛹在不同相对含水量沙土中羽化情况比较

绝大部分情况下沙土相对含水量对桔小实蝇不同日龄蛹发育速度、羽化、成虫寿命等影响不大(表 1). 各沙土含水量条件均没有影响各日龄蛹的羽化始期、羽化高峰期,所有蛹基本都在羽化始期的

表 1 沙土相对含水量条件对桔小实蝇各日龄蛹发育、存活的影响¹⁾

Tab. 1 Influence of relative sand water content on the development and survival of oriental fruit fly mature larva and pupa

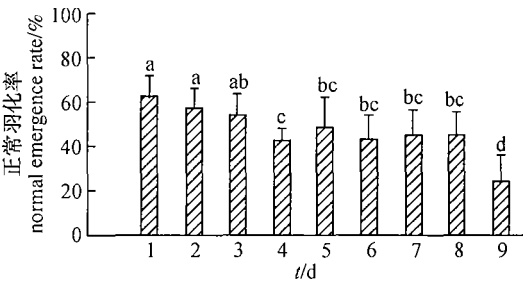
虫期 stages	沙土相对含水量 sand water content (w)/%	羽化始期 beginning of emergence/d	羽化高峰期 peak of emergence/d	死亡高峰期 peak of death/d	全部死亡所历 时间 duration for all dead/d	畸形成虫 abnormal adult/头
老熟幼虫 3 rd larvae	0	10.30 ± 0.58a	11.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a	4.00 ± 0.00a	0
	20	10.00 ± 0.00a	11.00 ± 0.00a	13.00 ± 0.00a	5.25 ± 0.45b	0
	40	10.20 ± 0.45a	11.00 ± 0.00a	13.00 ± 0.00a	6.20 ± 0.45c	1
	60	10.00 ± 0.0a	11.00 ± 0.00a	13.00 ± 0.00a	5.60 ± 0.54bc	1
	80	10.20 ± 0.45a	12.00 ± 0.00a	14.00 ± 0.00a	7.20 ± 1.09d	0
3 日龄蛹 three-day-old pupa	0	7.00 ± 0.00a	8.00 ± 0.00a	9.75 ± 0.50a	5.25 ± 0.50a	5
	20	7.00 ± 0.00a	8.00 ± 0.00a	10.00 ± 0.00a	5.20 ± 0.45a	0
	40	7.00 ± 0.00a	8.20 ± 0.45a	10.20 ± 0.45a	5.80 ± 0.45a	0
	60	7.00 ± 0.00a	8.00 ± 0.00a	10.00 ± 0.00a	5.40 ± 0.58a	0
	80	7.00 ± 0.00a	9.00 ± 0.00a	11.25 ± 0.50b	7.75 ± 2.06b	0
6 日龄蛹 six-day-old pupa	0	4.40 ± 0.55a	4.60 ± 0.55a	7.00 ± 0.00a	5.00 ± 0.00a	7
	20	5.00 ± 0.00a	5.00 ± 0.00a	7.20 ± 0.45a	4.00 ± 0.00a	0
	40	4.60 ± 0.55a	5.00 ± 0.00a	7.00 ± 0.00a	6.20 ± 1.09b	1
	60	4.60 ± 0.55a	5.00 ± 0.00a	7.20 ± 0.45a	4.80 ± 0.45a	7
	80	4.67 ± 0.58a	5.33 ± 0.58a	9.33 ± 1.15b	12.00 ± 1.73c	7
9 日龄蛹 nine-day-old pupa	0	1.00 ± 0.00a	2.00 ± 0.00a	3.00 ± 0.00a	4.50 ± 0.58a	2
	20	1.00 ± 0.00a	1.00 ± 0.00b	4.00 ± 0.00a	4.80 ± 0.45ab	0
	40	1.00 ± 0.00a	1.00 ± 0.00b	4.00 ± 0.00a	5.20 ± 0.45abc	0
	60	1.00 ± 0.00a	1.00 ± 0.00b	4.00 ± 0.00a	5.00 ± 0.00abc	0
	80	1.00 ± 0.00a	1.40 ± 0.55b	4.20 ± 0.45a	5.60 ± 0.55cd	0

1) 同一虫期同列数据后带有相同字母的表示经 Duncan's 法分析在 0.05 水平上差异不显著

第 2 d 达到羽化高峰期,但是高含水量条件下一些处理中死亡高峰期和死亡所经历时间却有明显区别. 3 龄老熟幼虫在含水量 80% 的条件下,全部成虫死亡所经历的时间明显长于其他含水量;同样在 80% 的条件下,3 日龄和 6 日龄蛹的死亡高峰期和全部死亡时间均显著长于其他含水量. 而畸形成虫数受沙土含水量的影响在 6 日龄蛹处理中表现突出,在 0、60% 和 80% 的条件下,畸形成虫数分别占总羽化数的 7.22%、13.21% 和 15.22%.

2.3 完全干燥对 1 日龄蛹的影响

图 2 是 1 日龄蛹在经完全干燥处理不同天数后的存活情况. 1 日龄蛹在经干燥处理 1 d 后,正常羽



带有相同字母的表示经 Duncan's 法分析在 0.05 水平上差异不显著
Same letters above error bars indicated no significant difference at 0.05 level by the way of Duncan's

图 2 干燥处理不同天数后 1 日龄蛹的存活率
Fig. 2 Survival rate of oriental fruit fly one-day-old pupa in desiccation condition

化率为62.33%,显著低于对照(97.6%)。随着处理时间的延长,蛹的正常羽化率逐渐下降,处理9 d后,仅有24.53%蛹能够正常发育羽化。

3 讨论

不利的环境条件对实蝇属昆虫蛹存活影响很大^[3,6]。本研究结果表明随着沙土相对含水量增大,不同日龄蛹发育至成虫的存活变化规律不同,持续饱和和高湿会导致桔小实蝇3龄老熟幼虫和蛹全部死亡,干旱对3龄老熟幼虫和1日龄蛹存活的影响也很大。3龄老熟幼虫在干旱的情况下仅有11.67%能化蛹并正常羽化,1日龄蛹经干旱处理1 d,死亡率上升35.27%。这与Eskafi等^[7]报道的在干旱沙土中地中海实蝇老熟幼虫化蛹过程中出现大量死亡的结果相近。桔小实蝇对化蛹栖息地具明显选择性,老熟幼虫喜好选择潮湿、有阴影和大颗粒沙土中化蛹,这应该是老熟幼虫和初龄蛹为避免干旱的一种生存策略^[8]。过多和持续的失水是导致桔小实蝇和地中海实蝇蛹死亡的重要因素^[1-2]。本研究结果表明1日龄桔小实蝇随着干旱处理时间的延长,死亡率不断上升,当处理至第9 d时,死亡率上升至75.47%。

3、6和9日龄蛹受干旱影响不大,这表明在正常沙土含水量条件下待桔小实蝇老熟幼虫和初期蛹发育完全、进入成熟蛹期后,对于外界环境不利因素抵抗能力增强,因而老熟幼虫和1日龄蛹对适宜沙土含水量的要求是关键的。自然界中长期阴雨和暴雨对桔小实蝇种群发生发展影响很大。据2005年福建省诱集桔小实蝇雄虫材料统计,7~8月份诱集的成虫数明显少于往年,分析认为这应与2005年福州地区洪水较多有直接关系(未发表资料)。

桔小实蝇6日龄蛹在低湿、高湿条件下畸形成虫比率明显增加,这可能是因为6日龄是其翅膀等器官发育的重要时期,因而受沙土含水量的影响也较大。

对不同日龄蛹在各沙土含水量条件下羽化成虫的死亡时间观察发现,高含水量($w=80\%$)时,虽然

蛹的存活受到很大影响,但羽化的成虫在同样无食物供给的情况下存活时间明显延长,死亡高峰期也有所推后。为何会出现这种现象值得进一步研究。另外,在自然界中温度和湿度是密不可分的,应开展桔小实蝇老熟幼虫和蛹在面临温湿交叉胁迫情况下的适应性。

参考文献:

- [1] VARGAS R I, CHANG H B, KOMURA M, et al. Mortality,stadial duration, and weight loss in three species of mass-reared fruit fly pupae (Diptera: Tephritidae) held with and without vermiculite at selected relative humidities [J]. Ann Entomol, 1987, 80:972-974.
- [2] HODGSON P J, SIVINSKI J, QUINTERO G, et al. Depth of pupation and survival of fruit fly (*Anastrepha* spp.: Tephritidae) pupae in a range of agricultural habitats [J]. Environ Entomol, 1998, 27:1310-1314.
- [3] STARK J D, VARGAS R I, MESSING R H, et al. Effects on metamorphosis, longevity, and reproduction of three tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their endoparasitoids (Hymenoptera: Braconidae) [J]. J Econ Entomol, 1992, 85: 1687-1694.
- [4] 林进添,梁广文,曾玲,等.土壤含水量对桔小实蝇蛹期存活的影响[J].昆虫知识,2005,42(4):416-418.
- [5] 吴千红,邵则信,苏德明.昆虫生态学实验[M].上海:复旦大学出版社,1991:7.
- [6] STARK J D, WONG T T Y, VARGAS R I, et al. Survival, longevity, and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin [J]. J Econ Entomol, 1992, 85: 1125-1129.
- [7] ESKAFI F M, FERNANDEZ A. Larval-pupal mortality of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) from interaction of soil, moisture, and temperature [J]. Environ Entomol, 1990, 19:1666-1670.
- [8] ANDREI V A, CHRISTIAN M, RUSSELL H M, et al. Selection of pupation habitats by oriental fruit fly larvae in the laboratory [J]. J Insect Behav, 2001, 14:57-67.

【责任编辑 周志红】