

花斑皮蠹生物学研究及幼虫密度对化蛹的影响

王云果¹, 李孟楼¹, 高智辉^{1*}, 赵姝荣²

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 咸阳职业技术学院, 陕西 咸阳 712000)

摘要:为搞清楚花斑皮蠹的生物学特性和幼虫密度与化蛹的关系,对花斑皮蠹采用室内饲养和系统观察。结果表明,(1)在相对湿度为(75±3)%,温度为 35℃、32.8℃、27.8℃、22.8℃、17.8℃的条件下,花斑皮蠹的蛹期分别为(3.97±0.91)、(4.07±0.88)、(5.13±0.89)、(9.41±1.49)、(18.8±4.3) d,成虫产卵前期分别为(2.14±0.69)、(2.25±0.59)、(2.43±0.92)、(4.53±2.34)、(17.23±5.65) d,卵期分别为(5.59±0.49)、(5.9±0.97)、(8.85±1.04)、(13.79±1.0)、(28.6±0.26) d,蛹平均羽化率为(98.7±0.4)%,每雌虫平均产卵量为(53.6±5.8)粒,卵平均孵化率为(82.8±3.7)%;(2)羽化后的成虫取食蜂蜜后其寿命相应延长,未交尾的雌虫寿命长于雄虫,而交尾后则相反;(3)虫口密度越大末龄幼虫化蛹历期越长;(4)雌雄性比为 1.0 : 1.1。

关键词:花斑皮蠹; 生物学; 密度

中图分类号:S763.38 文献标识码:A 文章编号:1001-7461(2008)02-0113-05

Biological Characteristics of *Trogoderma variable* and the Larva Density on the Effect Pupation

WANG Yun-guo¹, LI Meng-lou¹, GAO Zhi-hui^{1*}, ZHAO Shu-rong²

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Xianyang Vocational & Technical College, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

Abstract:To identify the biology characteristics and the relationship between larva density and popation of *Trogoderma variable*, indoor feed and systematic observation were carried out. The result shows that (1) pupate period were (3.97 ±0.91), (4.07±0.88), (5.13±0.89), (9.41±1.49) d, and (18.8±4.3) d respectively, the egg preparing period of imago were (2.14±0.69), (2.25±0.59), (2.43±0.92), (4.53±2.34) d, and (17.23±5.65) d respectively, and the egg period were (5.59±0.49), (5.9±0.97), (8.85±1.04), (13.79±1.0), (28.6±0.26) respectively, under temperature of 35℃, 32.8℃, 27.8℃, 22.8℃, and 17.8℃ relative humidity of (75±3)%. Average emergence rate of pupa was (98.7±0.4)%, average eggs lay by per female was (53.6±5.8), average hatching rate of eggs was (82.8±3.7)%; (2) Life of adult which were fed with honey prolonged, life of females that did not mated was longer than that of males. Howver after pairing the situation was opposite; (3) The more the density of insect was, the longer the pupation of larvae was. (4) The proportion of male and female was 1.0 to 1.1.

Key words: *Trogoderma variable*; biology; density

花斑皮蠹(*Trogoderma variable*)属鞘翅目(Coleoptera)、皮蠹科(Dermestidae)。该虫国内大陆各省(市)自治区均有分布,国外主要分布于阿

富汗、俄罗斯、伊朗、蒙古、伊拉克、美国、墨西哥等地。花斑皮蠹是斑皮蠹属为害最重的种,它活动隐蔽,耐寒、耐旱、耐热、耐饥饿能力强,抗药性强;其卵

(2) 收稿日期:2007-01-25 修回日期:2007-03-19
基金项目:国家科技基础条件平台、林业微生物资源标准化整和项目(2005DKA21207-11)。
作者简介:王云果(1963-),女,陕西周至人,实验师,主要从事森林保护研究。
* 通讯作者:高智辉,男,实验师,主要从事森林保护研究。

和初孵幼虫微小,很容易随空气传播,且幼虫危害期长,为主要的杂食性仓储害虫;它一旦发生,防治极为困难,很难彻底根治^[1-6]。所以,掌握其生物学特性是防治该虫的关键。目前,在国内对花斑皮蠹的研究报道较少,仅涉及一些简单研究,对其生物学特性的系统研究尚少^[7-9]。为搞清楚花斑皮蠹的生物学特性和幼虫密度与化蛹的关系,从 2005 年起对花斑皮蠹进行了饲养观察与研究,为其物理、化学和生物防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料的采集与饲养

试虫采自于西北农林科技大学林学院昆虫标本室。采集的试虫在常温下用 $\varnothing 20$ cm 的培养皿饲养,饲料为标本虫与小麦渣,重量比为 1 : 3,经过 3 a 的大量繁殖后,将末龄幼虫挑选出来单独饲养,满足以下试验用。

1.2 蛹的发育和成虫羽化观察

取同日进入前蛹期的幼虫(5×100)和同日龄蛹(5×300),单头放入 $\varnothing 2\times 8$ cm 的指形管中,用棉花塞口,贴上标签统一编号并写上日期,在不同的温度下观察蛹的发育及成虫羽化情况。

1.3 不同条件下成虫寿命观察

取同日羽出的雌、雄成虫各 30 头,分别放入指形管中,在指形管中加入底端带蜂蜜的细纸条,食蜜 24 h 后配对,待雌虫产卵后移出雌、雄成虫;再取同日羽出的雌、雄成虫各 30 头分别放入带蜂蜜纸条的指形管中;同样各取同日羽出的雌、雄成虫各 30 头分别放入指形管中不加任何食料,在温度为 27.8°C ,相对湿度为 $(75\pm 3)\%$ 条件下,观察其寿命。

1.4 雌虫产卵及卵的发育情况

取同日羽出的雌雄成虫配 30 对,分别放入 $\varnothing 4\times 2.5$ cm 称量瓶中,瓶中放入大小 $2\text{ cm}\times 4\text{ cm}$ 并折成皱褶的光纸片,在不同温度下观察雌虫产卵情况及成虫寿命。取同日龄卵 5×200 个,在不同温度

下,观察卵的孵化情况。

1.5 虫口密度对化蛹的影响

在温度为 27.8°C ,相对湿度为 $(75\pm 3)\%$ 条件下,将一定数量的末龄幼虫按照表 7 分别放入 $\varnothing 7$ cm 的培养皿中,每皿放 12 g 标本虫饲料,观察虫口密度对化蛹的影响,每次检查时把已化蛹者移出,补充新的末龄幼虫保持皿中的虫口密度。

以上试验温度设定为 35°C 、 32.8°C 、 27.8°C 、 22.8°C 、 17.8°C ,相对湿度为 $75\%\pm 3\%$,每天 9:00 和 21:00 观察 2 次,培养箱为 LRH-150-S 型恒温恒湿箱,光照接近全黑暗,羽化出的成虫在 Motic 型电视显微镜下区分雌雄性并统计。数据采用 SPSS13.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同温度下蛹的发育和成虫羽化情况

由表 1 知,花斑皮蠹随着温度的升高前蛹期、蛹期、停留期相应变短,且个体之间差异变小,发育越快。经统计分析,前蛹期在各温度下差异是显著的;蛹期与停留期在温度为 35°C 和 32.8°C 下,差异不显著,为 4 d 左右,但与其他温度之间的差异显著;羽化率差异不显著。由表 1 还可以看出,当温度低于 27.8°C 时蛹期成倍延长,分别为 5、9 d 和 18 d 左右。前蛹期最短为 0.5 d (35°C),最长为 11 d (17.8°C);蛹期最短为 2 d (35°C),最长为 24 d (17.8°C)。

在观察的总样本中共有 20 头蛹死亡,其中 4 头有羽化的外观现象,但最后也离奇死亡,蛹平均羽化率为 $(98.7\%\pm 0.4)\%$ 。

由表 2 可以看出,温度越低羽化期(从第一个成虫羽化开始到最后一个成虫羽化结束)越长,幼虫化蛹后其成虫羽化出现的高峰越靠后。羽化期分别为 4、5、7、9、16 d。成虫羽化高峰分别出现在化蛹后第 3、4、5、10、21 d,小高峰分别出现在第 4、5、6、9、20 d。

表 1 不同温度条件下花斑皮蠹蛹的发育和成虫羽化情况

Table 1 The development and eclosion of *T. variabile* under different temperatures

温度/ $^{\circ}\text{C}$	35.0	32.8	27.8	22.8	17.8
前蛹期/d	$0.66\pm 0.26(100)\text{ a}$	$1.11\pm 0.31(100)\text{ b}$	$2.13\pm 0.41(100)\text{ c}$	$3.20\pm 0.63(100)\text{ d}$	$6.59\pm 3.2(100)\text{ e}$
蛹期/d	$3.97\pm 0.91(295)\text{ a}$	$4.07\pm 0.88(297)\text{ a}$	$5.13\pm 0.89(296)\text{ b}$	$9.41\pm 1.49(295)\text{ c}$	$18.8\pm 4.3(297)\text{ d}$
停留期/d	$1.930\pm 0.68(295)\text{ a}$	$2.33\pm 0.78(297)\text{ a}$	$2.91\pm 0.83(296)\text{ b}$	$5.28\pm 0.97(295)\text{ c}$	$14.7\pm 6.98(297)\text{ d}$
羽化率/%	98.3	99.0	98.7	98.3	99.0

停留期:花斑皮蠹羽化后在末龄幼虫的蜕皮中停留数日为停留期。表中数据为平均值 \pm 标准差(样本数)。数据后字母为在 5%的水平上,不同条件下差异显著性(以下表同)。

表 2 不同温度条件下花斑皮蠹成虫羽化率

Table 2 The rate of *T. variabile* eclosion under different temperatures

%

温度/℃	化蛹时间/d																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
35.0	5	8.3	53	32																	
32.8		3.7	23	38	33	1.3															
27.8			3.3	9	49	30	3.8	2	1.7												
22.8				2.3	2.7	2.3	8.3	11	19	37	13	3.3									
17.8									2.3	3.7	3.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	9.7	13	16	19

羽化率为某日蛹羽化数与观察总数之比。

2.2 成虫寿命

从表 3 可以看出,对于未交尾的雌虫取食蜂蜜会使其寿命相应延长 5 d 左右,经检验差异是显著的;而取食蜂蜜的雌虫一旦交尾产卵其寿命大大缩短,与取食蜂蜜未交尾的雌虫比较,寿命缩短 2 周即

羽化后 20 d 左右便死亡,差异极显著;雄虫取食蜂蜜后交尾寿命缩短,与未取食蜂蜜的雄虫相比差异不显著;对于未交尾的雌雄个体来说取食蜂蜜会使其寿命延长,但最长不超过 41 d;对于交尾的雌雄个体来说取食蜂蜜与未取食蜂蜜其寿命差异不显著。

表 3 同温度不同条件下花斑皮蠹成虫寿命

Table 3 The life span of *T. variabile* under same temperature and different conditions

d

性别	取食蜂蜜交尾	取食蜂蜜未交尾	未取食蜂蜜交尾	未取食蜂蜜未交尾
雄	20.74±2.77(30) a	22.67±5.95(30) a	21.23±4.79(30) a	20.38±5.15(30) a
雌	19.00±4.98(30) a	34.18±5.85(30) c	19.35±4.12(30) a	29.38±5.90(30) b

由表 4 可知,花斑皮蠹羽化后在不同温度下不取食蜂蜜交尾后的寿命,雌虫寿命均短于雄虫;随着温度的降低成虫的寿命相应的延长,个体间差异变

大;在不同温度下成虫寿命经检验差异是显著的;雌虫寿命最短为 7 d(35.0℃),最长为 43 d(17.8℃),雄虫寿命最短 8 d(35.0℃),最长为 49 d(17.8℃)。

表 4 同条件不同温度下交尾的雌雄虫寿命

Table 4 Life span of male and female after mating under different temperatures

d

性别	35.0℃	32.8℃	27.8℃	22.8℃	17.8℃
雄	12.6±2.4 (30) a	16.9±4.2(30) b	21.23±4.8(30) c	34.2±6.8(30) d	42.6±7.8(4) e
雌	11.78±2.5(30) a	14.7±5.2(30) b	19.35±4.1(30) c	29.3±5.5(30) d	35.9±6.7 (4) e

2.3 雌虫的产卵及卵的发育

2.3.1 不同温度下雌虫的产卵及卵的发育情况

根据试验观察,在不同温度条件下(17.8℃除外),雌雄成虫相遇几次后即交尾,最长也不过 4 h,故认为从雌雄配对到开始产卵这段时间为产卵前期,在温度为 17.8℃下,也从雌雄成虫配对开始计算其产卵前期(表 5)。

从表 5 可以看出,随着温度的降低雌虫产卵前期、产卵期和卵期相应延长,个体间差异变大。在温度为 27.8℃~35.0℃之间产卵前期、产卵期差异不显著,但与其他温度之间差异显著;卵期在 32.8℃

~35.0℃之间差异不显著,为 6 d 左右,与其他温度间差异显著;雌虫产卵量(除 17.8℃外)在不同温度下差异不显著;卵的孵化率除在温度为 35.0℃,相对湿度(75±3)%时稍低外,其他温度下差异不显著;雌虫产卵有间歇性和连续性。试验中观察,在温度为 17.8℃的条件下,受试的 30 对成虫,只有 4 个雌虫产卵,产卵期较长且产卵量很小,剩下的 26 对在 20 d 后取出雄虫,将雌虫放入温度为 32.8℃的条件下,3 d 后观察,雌虫均未产卵,说明在 17.8℃的条件下雌雄成虫绝大部分不交尾。卵平均孵化率为(82.8%±3.7)%。

表 5 不同温度下雌虫的产卵及卵的发育情况

Table 5 The female oviposit and its development under different temperatures

温度/℃	35.0	32.8	27.8	22.8	17.8
产卵前期/d	2.14±0.69 (30) a	2.25±0.59(30) a	2.43±0.92(30) a	4.53±2.34(30) b	17.23±5.65(4) c
产卵期/d	2.98±0.70(30) a	3.42±2.30(30) a	3.25±1.07(30) a	5.10±2.90(30) b	13.79±6.24(4) c
产卵量/d	53.2±3.9(30) a	59.9±5.8(30) a	57.9±6.1(30) a	51.7±8.4(30) a	9.10±4.30(4) b
卵期/d	5.59±0.49(200) a	5.9±0.97(200) a	8.85±1.04(200) b	13.79±1.0(200) c	28.58±0.26(200) d
卵孵化率/%	77.40 a	82.7 b	84.80 b	87.80 b	82.3 b

2.3.2 不同温度不同时期花斑皮蠹雌虫的产卵情况 由表 6 可看出,在温度为 35.0℃时花斑皮蠹羽化后从第 2 d 开始产卵,到第 4 d 全部产卵,并达到一生的产卵高峰;在温度为 32.8℃时,有 2 个雌虫羽化后第 4 d 产卵,其余大部分从第 5 d 开始产卵,产率达到一生的高峰,第 6 d 几乎全部开始产卵;在温度为 27.8℃时,无论是平均每雌虫的产卵量还是产卵率在羽化后第 6 d 都达到一生的高峰期;在温度为 22.8℃时,其平均每雌虫的产卵量和产卵率高峰都出现在羽化后第 8 d。

由图 1 可知,取食蜂蜜并交尾的雌虫羽化后第 3 d 开始产卵,到第 5 d 和 6 d 几乎全部开始产卵,产卵率达到一生的高峰,个体之间其产卵量差异较大,在观察的 30 个食蜜并交配的雌虫中,产卵最多的达到 114 粒,最少为 12 粒;雌虫产卵后的死亡情

况,从羽化后第 10 d 有 1 头死亡,大部分从第 15 d 开始死亡,到第 20 d 达到死亡高峰,寿命最长的为 26 d。

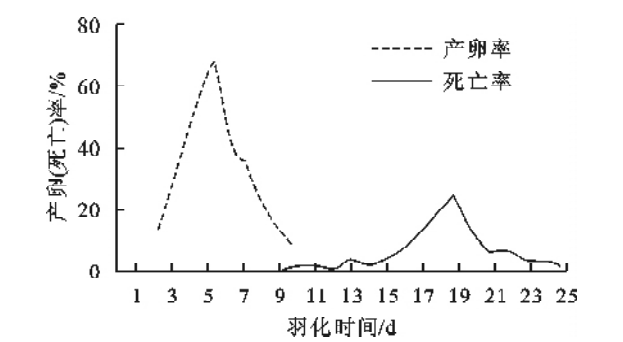


图 1 花斑皮蠹羽化后不同时间的产卵率和死亡率
Fig. 1 Rates of oviposition and death after eclosion at diferent time periods

表 6 花瓣皮蠹不同温度不同时期的产卵情况
Table 6 Oviposit of *T. variabile* under diferent temperatures and periods

羽化后 时间/d	35.0℃		32.8℃		27.8℃		22.8℃	
	平均每虫产卵量/ 粒(产卵个体数)	占一生的 产卵率/%	平均每虫产卵量/ 粒(产卵个体数)	占一生的 产卵率/%	平均每虫产卵量/ 粒(产卵个体数)	占一生的 产卵率/%	平均每虫产卵量/ 粒(产卵个体数)	占一生的 产卵率/%
2	19.5±2.1 (2)	21±2.8						
3	39.6±9.2(9)	29.3±8.9						
4	40.4±11.4(30)	42.7±8.7	28.5±3.5(2)	21.9±2.8				
5	31.1±3.48(15)	38.8±5.4	51.8±7.2(21)	71.3±6.5	39.5±6.8(9)	54.2±19.6		
6	3.3±1.5(3)	5.4±1.5	48.1±13.7(27)	65.0±4.9	53.9±12.8(28)	69.8±15.7		
7			18.2±6.5(16)	42.3±7.8	25.2±9.6(22)	34.4±6.4	32.9±10.6(12)	48.5±15.8
8			12.6±10.2(9)	27.5±3.2	15.9±9.4(13)	23.6±8.7	46.2±12.7(28)	71.2±8.7
9			8.6±2.3(8)	15.4±6.5	9.2±2.6(11)	19.6±10.1	25.3±9.3(17)	30.4±2.9
10					7.2±6.3(7)	12.1±5.1	12.0±6.4(12)	15.1±5.9
11							5.9±4.9(5)	9.1±4.3
12							3.8±2.5(3)	5.2±1.9
13							2.7±1.2(3)	5.9±1.3

2.4 虫口密度对末龄幼虫化蛹的影响

从表 7 可看出,皿中虫口密度越大,尤其是 20 头和 40 头中,末龄幼虫的化蛹历期越长,个体之间化蛹历期差别越小,反之越大。密度为 1~5 头、5~10 头时,化蛹历期差异不显著,但与其他密度之间差异显著。

从图 2 可看出,高虫口密度组在前 1 周化蛹率相对较高(皿中 20 头和 40 头),可能是由于个体之间碰撞尚少拥挤效应还未表现出来,加上虫口基数大,出现蛹的几率也就较大;而随着时间的延长,大

约在 2 周以后,高虫口密度组的化蛹率开始下降,由于个体之间相互碰撞机会大,拥挤效应突出,单位时间化蛹率降低。

表 7 花斑皮蠹末龄幼虫在不同密度下的化蛹历期
Table 7 Pupation period of *T. variabile* at last term larva

皿中幼虫数	皿数	幼虫总数	化蛹达到皿中预置数历期/d
1	50	50	10.5±8.9(50) a
5	10	50	15.2±7.6(50) ab
10	8	80	19.4±5.3(80) b
20	8	160	28.8±4.5(160) c
40	4	160	35.9±3.4(160) d

3 结论与讨论

从花斑皮蠹各虫态的发育来看,温度越高各虫态的发育历期越短,个体间差别越小,发育越快。但从试验观察中看,在相对湿度为(75±3)%时,其发育的最适温度范围为 27.8℃~35.0℃,若温度低于 17.8℃时各虫态的发育历期将大大延长,甚至有些羽化后的成虫一直停留在末龄幼虫的脱皮内静止不动,虽然其寿命随着温度的降低相应的延长了,但成虫交尾的几率却大大降低,交尾后的成虫产卵量也大大减少;初孵化的幼虫第一次蜕皮需要 1 个月左右,幼虫发育非常缓慢。因此从这一点来看,将保存仓储物的室内温度控制在 17℃ 以下或更低时,将不利于花斑皮蠹的生长发育和繁殖,从而达到保存仓储物的目的。

未交尾的成虫羽化后虽然不需要补充营养,便可交尾繁殖,但从取食蜂蜜会使其寿命相应延长来看,在贮存物品的仓库周围,加强隔离措施,铲除花草,保持仓库内外及周围环境的清洁卫生,做到“仓内四面光,仓外三不留”^[6],这样不仅可以阻断外界害虫的侵入,同样也可以阻断仓虫的飞出取食花蜜,缩短其寿命使其尽快死亡,从而达到抑制其种群发展的目的;翌年春季在害虫活动时期,加强对仓库隔离保管措施,一方面控制害虫发生基数,另一方面也可以控制室内温度,对减少害虫危害有着非常重要的意义。

从试验观察看,虫口密度对末龄幼虫的化蛹有着显著的影响。可能是虫口密度大时相互间碰触的机会多,由于触觉的刺激引起个体间内分泌的失调而使其化蛹延迟,而这种延迟现象从图 2 中可以看出,在高虫口密度组前期表现不明显,到后期才表现出来,这种前后期的不一致可能与 BARA^[10] 等曾报道的在虫粪和培养物中的保幼激素及其类似物可以延缓黑斑皮蠹幼虫的化蛹有些类似,也就是说此类物质在花斑皮蠹中也可能存在并且可能起着主导作用。虫口密度越大末龄幼虫化蛹历期越长,在一定程度上影响了种群的发展速度,彼此散居才有利于其生长发育和繁殖,这与自然状态下观察到的散居生活习性是吻合的。

在本试验条件下,从越冬幼虫开始到成虫羽化,羽化总数为 2 875 头,其中雌虫 1 356 头,雄虫 1 519 头,性比为 1.0 : 1.1。由于昆虫性比受诸多环境因素的影响,如温度、密度、食料等,对 1 a 发生多代的昆虫不同世代性比可能不同,甚至同一世代不同羽化时期由于雌雄出现先后不同性比也不相同^[11],这些问题还有待进一步研究。

在试验的过程中,花斑皮蠹幼虫、蛹及成虫的移动均采用钩线笔和牛角勺匙移动,移动的过程中只有蛹出现有死亡现象,可能是蛹相对于幼虫和成虫来说较难移动,蛹体表面虽然不食不动,但其内部结构和生理却发生着剧烈的变化,其出现死亡现象可能是由于移动的过程中干扰了其内部的生理机能,导致其不能羽化或有羽化的外观现象但最后出现死亡,其死亡所占的比例很小,所以采用这种方法移动还是可行的。

参考文献:

[1] 张生芳,施宗伟,薛光华,等. 储藏物甲虫鉴定[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:80-82.

[2] 刘永平,张生芳. 中国仓储品皮蠹害虫[M]. 北京:农业出版社,1988:126-127.

[3] 杨永茂,叶向勇,李玉亮. 斑皮蠹属害虫在我国的分布与防除[J]. 山东农业科学,2004(5):50-53.

[4] 罗益镇. 粮食仓储害虫防治[M]. 山东济南:济南出版社,1992:21-22.

[5] 浦冠勤,毛建萍. 蚕茧害虫花斑皮蠹的生物学特性及其防治技术[J]. 丝绸,2005(5):32-33.

[6] 陈启宗,黄建国. 仓库昆虫图册[M]. 北京:科学出版社,1985:66.

[7] 钟立雄. 花斑皮蠹生态习性初步观察[J]. 粮油仓储科技通讯,1998(6):19-20.

[8] 凤舞剑,戴优强,胡长效. 花斑皮蠹的生物学特性及防治技术[J]. 安徽农业科学,2004,32(3):472-473.

[9] 李俊英. 花斑皮蠹的生物学特性研究[J]. 河北农业大学学报,1998,21(2):93

[10] BARAK A V, BURKHOLDER E. Studies on the biology of *Attagenuelongsatulus* (Coleoptera: Dermestidae) and the effects of larval crowding on pupation and life cycle[J]. Stored Prod. Res., 1977(5):169-175.

[11] 张宏世,李平平. 光肩星天牛成虫雌雄性比及其对种群消长的影响研究[J]. 内蒙古林业科技,2002(增):25-26.