

酪蝇交配行为和能力

张婷婷¹ 葛长荣¹ 李思函¹ 王 凯¹ 管 云¹ 窦体寿² 肖 春^{1**}

(1. 云南农业大学 植物保护学院 昆明 650201; 2. 云南民望种业有限公司 昆明 650200)

摘 要 在(27±1)℃,光周期 L:D=12:12 的条件下对酪蝇 *Piophilidae* L. 交配行为及能力进行了研究。结果表明,雌虫在羽化 1 min 后即可交配,而雄虫在羽化 30 min 后进行交配。进一步观察结果表明,羽化后 80 min 的两性成虫交配率最高(90%),成虫一天之中的交配高峰期出现在 10:00—11:00,次高峰出现在 11:00—12:00。两性交配持续时间从 4~9 min 不等,以 5 min 为最多(43.3%),6 min 次之(23.3%)。一般情况下,雌虫一生只交配 1 次,雄虫从 1~7 次不等,但以 2 次为最多(45%),3 次的次之(20%)。

关键词 酪蝇, 交配行为

Mating behavior and capacity of cheese skipper *Piophilidae*

ZHANG Ting-Ting¹ GE Chang-Rong¹ LI Si-Han¹ WANG Kai¹

GUAN Yun² DOU Ti-Shou² XIAO Chun^{1**}

(1. Plant Protection College, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Yunnan Minwang Co., Ltd., Kunming 650200, China)

Abstract Mating behavior and capacity in the *Piophilidae* L. were investigated under laboratory conditions (27 °C ± 1 °C, L:D = 12:12). The results indicated that the females were able to mate immediately after emergence, and the males started to mate 30 min after emergence. Peaking mating-rate occurred in the both sexes that just emerged 80 min. It was observed that daily mating-peak occurred from 10:00 to 11:00. Mating duration of both sexes was mainly about 5 min with a range from 4 to 9 min. Behavioral observation indicated that females mated only once, and males could mate more than 2 times (1–7 times) with a peak of 2 times (45%).

Key words *Piophilidae*, mating behavior

酪蝇 *Piophilidae* L. 属双翅目(Diptera)、酪蝇科(Piophilidae)(张荣强等,1992),是世界性分布蝇类,英国、美国、德国、法国、苏联和我国均有记载,在国内辽宁、陕西、内蒙古、新疆、湖北、四川、贵州、云南、浙江、广东、福建、苏州、上海等地均有发生(张友三等,1984)。它的成虫、幼虫主要危害咸肉、咸鱼、火腿、香肠和干酪等多种腌腊制品,是一种对多种动物性食品均有危害的仓储昆虫(董保新等,2007)。

火腿是云南的传统特色食品,也是云南部分地区的重要经济支柱之一(杨春珂,2004)。但近年来酪蝇对火腿的危害较为严重,严重地影响了产量和质量,使生产企业遭受了巨大的经济损失。

在云南地区酪蝇整个生命周期为 15~20 d,其中卵期 1~2 d,幼虫期 7~8 d,蛹期 6~7 d,成虫期 2~3 d(Hegazi *et al.*, 1978)。由于其生命周期短,繁殖速度快,给防治带来了很大的困难。

如何有效地防治火腿酪蝇,而又不使用任何杀虫剂,成为酪蝇防治的关键所在。目前,在诸多的非化学农药防治途径中,应用性信息素防治害虫已取得了很大的进展。为了对酪蝇性信息素的应用提供一定的理论依据,作者在室内对交配行为及能力进行了系统研究。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

* 资助项目:云南省科技厅重点攻关项目:火腿主要害虫成虫诱杀与驱避技术研究与应用(2006YX10)。

**通讯作者, E-mail: x. chun@163. com

收稿日期:2010-03-16, 接受日期:2010-04-12

虫源: 酪蝇采自云南省宣威市荣升火腿厂。幼虫用腌制的猪肉饲养。饲养条件为:温度 (27 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 50% ~ 70%, 光周期 L:D = 12:12。老熟幼虫化蛹后置于指形管中。取部分蛹, 单头置于指形管中, 待蛹羽化后区分雌、雄成虫。

1.2 成虫交配行为的观测

1.2.1 成虫羽化后开始交配时间的观测 将刚羽化的成虫与不同羽化时间的成虫一一配对, 记录配对时间、开始交配时间、交配结束时间, 计算羽化后开始交配的时间、交配持续时间。交配结束, 雌虫单头置于放有腌肉的指形管中, 待其产卵, 计算交配率。30 次重复。

1.2.2 成虫羽化后不同时段内雌虫交配率的观测 分别将羽化 20、40、60、80、100 min 后的成虫 10 对放置于交配瓶中, 观察 5 min 内的交配情况, 记录交配对数。交配结束后, 雌虫单头置于放有腌肉的指形管中, 待其产卵, 观察卵是否孵化, 计算交配率。3 次重复。

1.2.3 成虫交配高峰期的观察 取 6 日龄蛹 40 头放入交配瓶中, 从第一头蛹羽化后, 每隔 15 min 观察一次、记录交配对数。3 次重复。

1.3 成虫生殖能力的确定

1.3.1 雌虫交配次数的测定 取未交配的 1 日龄成虫一一配对, 待雌雄虫交配结束后, 分出雌虫单头置于指形管中, 再放入一头未交配的 1 日龄雄虫, 每隔 5 min 观察一次, 直至雌虫死亡。记录配对时间、开始交配时间、交配结束时间, 计算每

一次交配的持续时间。30 次重复。

1.3.2 雄虫交配次数的测定 取未交配的 1 日龄成虫一一配对, 待雌雄虫交配完成后, 分出雄虫置于指形管中, 再放入一头未交配的 1 日龄雌虫, 与其交配。以此不断地更换雌虫, 直至雄虫死亡。记录配对时间、开始交配时间、交配结束时间, 计算每一次交配的持续时间。交配完的雌虫放入指形管, 待其产卵, 计算交配雄虫交配次数。20 次重复。

1.3.3 雄虫的交配次数对雌虫的产卵量的影响的测定 取未交配的 1 日龄成虫一一配对, 待雌雄虫交配完成后, 分出雄虫置于指形管中, 再放入一头未交配的 1 日龄雌虫, 与其交配。以此不断地更换雌虫, 直至雄虫死亡。将与雄虫交配过的雌虫单头置于有腌肉的指形管中, 待其产卵统计产卵量。重复 20 次。

1.4 资料的统计分析

所获数据主要用平均数 $\pm$ 标准误 (SE) 来表示。数据经方差分析差异显著以后 Duncan 多重比较法进行比较 ($\alpha = 0.05$)。所采用的分析软件为 SAS8.0。

2 结果与分析

2.1 羽化时间与交配

2.1.1 成虫羽化后的开始交配时间 酪蝇雌虫羽化后的交配时间与雄虫具有明显的差异。雌虫羽化后 (1.00 ± 0.49) min 即可交配, 雄虫则需要 (32.4 ± 0.97) min 才能交配 (表 1)。

表 1 酪蝇成虫羽化后开始交配的时间

Table 1 Starting time for the first mating *Piophilha casei* adults after emergence

羽化情况 Emergence	羽化后开始交配的时间 Opulation-starting time		交配持续时间 Duration of mating	
	观察对数 Number of observation	平均 (min) Average	观察对数 Number of observation	平均 (min) Average
雌虫未羽化	10	$1.00 \pm 0.21\text{A}$	10	7.00 ± 0.49
雄虫未羽化	10	$32.4 \pm 8.03\text{B}$	10	7.40 ± 0.98
雌、雄虫未羽化	10	$54.1 \pm 9.00\text{C}$	10	6.40 ± 0.48

注: 不同字母表示供试样品间差异性显著 ($P < 0.05$); 下表同。

Data followed by different letters indicate significantly different at 0.05 level. The same below.

2.1.2 不同羽化时间段交配率 酪蝇成虫羽化后 20 min 到 100 min, 交配率呈先上升, 后下降的

趋势。羽化后 80 min 交配率最高, 达 90%; 羽化后 20 min 交配率最低, 为 12.5% (图 1)。

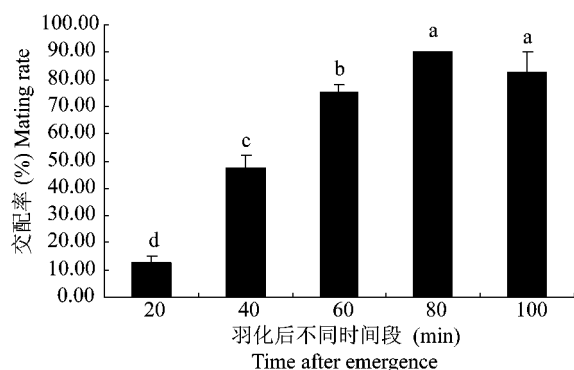


图1 酪蝇不同羽化时间段的交配率

Fig. 1 Mating rate of the *Piophilidae casei* from 20 to 100 mins after emergence

注: 不同字母表示供试样品间差异性显著 ($P < 0.05$)。下同。

Different letters indicate significantly different at 0.05 level. The same below.

2.1.3 交配持续时间 酪蝇一生的交配持续时间为 6.20 ± 0.31 min ($n = 30$), 个体之间的差异不大。交配持续时间从 4 min 到 9 min, 交配持续时间为 5 min 的发生概率最大为 43.3% ($n = 30$), 交配持续时间为 6 min 的次之, 为 23.3% ($n = 30$) (图 2)。

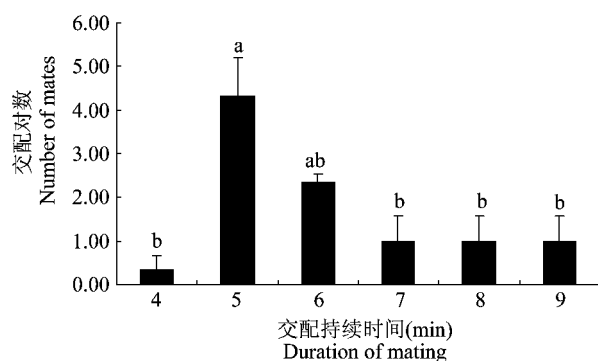


图2 酪蝇成虫交配持续时间的概率分布

Fig. 2 Distribution of mating durations of *Piophilidae casei*

2.2 成虫交配的昼夜节律

酪蝇成虫在白天和晚上都进行交配。交配主要发生在 10:00—12:00, 这与成虫的羽化高峰期主要在 09:00—12:00 有密切的关系。成虫交配主高峰期为 10:00—11:00, 占整个交配对数的 24.6%; 次高峰期为 11:00—12:00, 占整个交配对数的 20.9% (图 3, 4)。

2.3 雌、雄虫交配能力

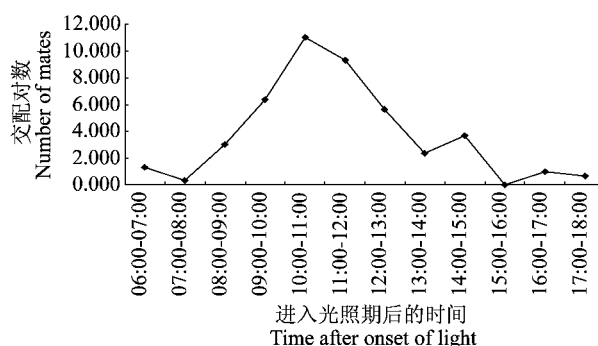


图3 酪蝇交配活动的昼夜节律

Fig. 3 Circadian rhythm of mating activities of *Piophilidae casei*

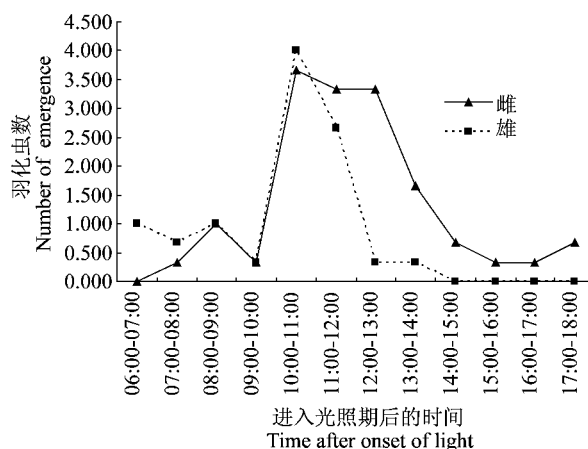


图4 酪蝇羽化的昼夜节律

Fig. 4 Circadian rhythm of emergence activities of *Piophilidae casei*

酪蝇雌虫一生当中, 90% 只交配一次; 交配次数为 1 的发生概率为 90% ($n = 30$)。雄虫从 1 次到 7 次不等, 交配次数为 2 次的发生概率最高, 为 45% ($n = 20$), 交配次数为 3 次的次之, 发生概率为 20% ($n = 20$) (表 2, 图 5); 雄虫交配且与雌虫产卵的, 第 3 次交配所产的卵的孵化率最高, 第 2 次的次之, 并呈先上升后下降的趋势。

3 讨论与结论

本研究的结果表明, 酪蝇成虫羽化后不久即可进行交配, 雌虫一般不到 1 min 后就可以交配, 而雄虫要 30 min 以后才可进行交配。雌虫羽化时间主要在 09:00—12:00, 雄虫羽化时间主要出现在 09:00—11:00, 而成虫交配时间主要出现在白天 10:00—12:00, 这正符合雌、雄虫羽化后开始交

表 2 酪蝇雌、雄虫交配能力

Table 2 Mating capacity of *Piophilha casei*

成虫 Adult	交配次数 Mating frequency		交配持续时间 Duration of mating	
	观察虫数 Dumber of observation	平均 Average	观察虫数 Number of observation	平均 Average
雌虫	30	1.10 ± 0.06A	30	6.00 ± 0.35
雄虫	20	2.80 ± 0.29B	20	6.80 ± 0.28

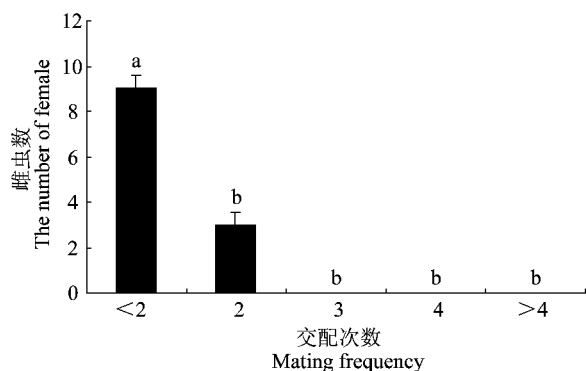


图 5 酪蝇雌虫一生的交配次数分布

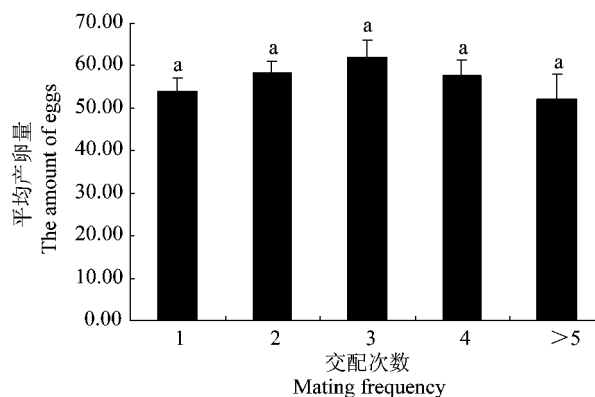
Fig. 5 Distribution of lifetime mating frequency of female *Piophilha casei*

图 7 交配次数对酪蝇雌虫产卵量的影响

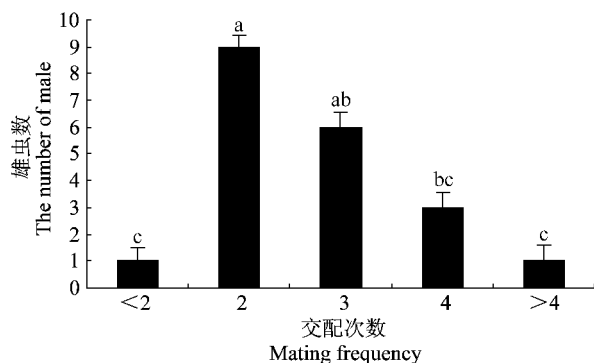
Fig. 7 Effect of mating time on laid-egg number of *Piophilha casei* females

图 6 酪蝇雄虫一生的交配次数分布

Fig. 6 Distribution of lifetime mating frequency of male *Piophilha casei*

配的时间。仓库实验结果也表明,酪蝇的活动高峰期在 9:00 之前较少,在 11:00—14:00 较多,表明酪蝇的交配活动主要发生在 10:00—12:00 (高德辉等,2009)。

酪蝇成虫羽化后 20 min 即可开始交配,羽化后 80 min 的交配率最高,达 90%。另有实验结果表明,酪蝇雌虫交配一次平均产卵量 82.67 粒,且雄虫一生交配的雌虫平均产卵量均无差异;这样

在应用性信息素诱捕雄虫对酪蝇的防治可能不会有很好的防治效果,下一步的工作可以探索诱杀雌虫的防治方法,可能效果会更佳。

研究结果还表明,酪蝇雄虫具有较强的交配能力,最多可达 7 次,而雌虫一般只交配 1 次。雄虫一生交配且与雌虫产卵的,第 3 次交配所产的卵的孵化率最高,第 2 次的次之;这与酪蝇雄虫一生交配次数分布概率正好符合,交配次数为 2 次的发生概率最高,交配次数为 3 次的次之。这也说明应用性信息素防治酪蝇应在成虫羽化高峰期即第 2 次交配开始前。

由以上结果说明,仅仅在仓库内诱捕解决不了根本问题。所以应用性信息素诱杀酪蝇雄虫应该同时在仓库内与仓库外进行,对此笔者提出两点建议:第一、做好清洁工作,包括(1)保持肉类加工场所的清洁;加工场所及仓库周围若出现动物尸体,及时掩埋;(2)安装纱门纱窗及其它防虫措施,做好隔离工作,防止酪蝇飞入贮藏库内;(3)及时清扫仓库地面上掉落的酪蝇蛹及幼虫,并及时处理。第二、应用性信息素,在酪蝇羽化高峰期应

用性信息素诱杀酪蝇雄虫,以减少雌虫的交配率,就可部分地实现降低仓库种群的目标;同时在仓库外对外来酪蝇进行诱杀,里外结合以达到更好的防治效果。

参考文献 (References)

董宝新,白璐,李正跃,葛长荣,李强,2007,酪蝇室内饲养技术研究.云南农业大学学报,22(6):931—933.
高德辉,葛长荣,李强,2009.火腿主要害虫生物学特性及其发生规律研究.西南农业学报,22(5):1456—1459.

Hegazi EM, El-Gayar FH, Rawash IA, Ali SA, 1978. Factors affecting the bionomics of *Piophilha casei* (L.). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 85(3):327—335.
杨春珂,2004.宣威火腿.云南农业科技,7:30—33.
张荣强,程惊秋,李洪军,1992.酪蝇 *Piophilha casei* (L.) 的生物学特性研究.西南农业大学学报,14(3):266—270.
张友三,魏培德,张宝祥,李长明,万堆善,1984.腌腊肉制品酪蝇发生规律和防治研究.中国兽医杂志,(6):44—47.