

茶翅蛾的行为与控制利用

李 鑫¹,尹翔宇¹,马 丽¹,刘延虹²,付 洁¹,刘小枫¹

(1 西北农林科技大学植保学院,陕西 杨凌 712100;2 陕西省植物保护工作站,陕西 西安 710003)

[摘 要] 为了有效控制茶翅蛾对果实产生的严重为害,分别在室内、外不同条件下,以声、光干扰方法研究该虫行为变化及其防制途径。结果表明,饥饿 12 h 的茶翅蛾蛰后对食物反应敏感;触角是嗅食、确定食物方位的主要器官;在 10 cm 范围内视觉对食物形状及取食位点产生作用;桃、梨、苹果的果实为其最喜食物;取食过程分寻找、定位、刺入、取食、结束和离去 6 个阶段;成虫取食、爬行与飞翔等行为受气温变化影响明显,25℃ 以上时行为敏捷;触角间夹角与温度上升呈显著正相关,在 5~35℃ 范围内变幅为 45°~150°;气温 < 23℃ 时初显假死行为,然后随温度渐降而加深;突然的声、光干扰能使其假死坠落,假死深度与气温下降和干扰源功率呈正相关。选择气温 < 21℃ 的适宜日时段,以棒击震树落虫,地面喷药触杀,可取得高效、安全的防治效果,且单株药物用量较常规药量降低 88.4%。

[关键词] 茶翅蛾;取食行为;寄主;生境;干扰控制;假死性

[中图分类号] S436.61

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)10-0139-07

Halyomorpha halys behaviors and their application for control

LI Xin¹, YIN Xiang-yu¹, MA Li¹, LIU Yan-hong², FU Jie¹, LIU Xiao-fen¹

(College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Plant Protection Department of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710003, China)

Abstract: *Halyomorpha halys* was a chief fruit pest in orchard, so its behaviors and utilizing for control were studied by combining field investigation and experiment. The results show that after 12 hours' hungry treatment, the imagoes show sensitive reaction to food after hibernation. Antennas are the major organs to sense food and vision works within 10cm to food. Imagoes are significantly selective to food. Peach, pear, and apple are their favorite. Selecting eating place, fixing position, piercing into food, taking in food, finishing eating and taking leaves are their major eating behaviors. The behavior of *Halyomorpha halys* in terms of eating, crawling and flying varies with the weather temperature. When temperature is above 25℃, its behavior is swift, and the antenna angle shows positive correlation with temperature, and the angle varies within 45°-150° with temperature ranging from 5℃ to 35℃. When below 23℃, anabiosis appears and deepens with the decrease of temperature. Sudden disturbance from noise or light causes anabiosis in the form of dropping down. The depths of anabiosis are associated with then temperature and disturbance power. Field tests showed that at suitable temperature (<21℃) with appropriate period of time, stick beating can lead *Halyomorpha halys* to anabiosis and dropping to the ground, followed by spraying pesticides, which would be safe and the dose per plant will reduce 88.4%.

Key words: *Halyomorpha halys*; eating behavior; host; habitat; interference controlling; anabiosis

[收稿日期] 2007-01-15

[基金项目] 陕西省科技攻关项目(2004K02-J6);科技部科技攻关项目(2004BA516A10);世界银行贷款项目(G/SHYL/X Y/05)

[作者简介] 李 鑫(1957-),男,陕西岐山人,副教授,主要从事农林害虫管理与农业标准化研究。

E-mail:lixin57@hotmail.com.

茶翅蜡 (*Halyomorpha halys* V (stal)) 是在农业产业结构调整过程中,随林果面积的增加而逐渐显现并加重的主要果实害虫之一,其所造成的经济损失一般在 35% 以上^[1-2]。果实套袋技术的推广与应用,也未能阻隔茶翅蜡对果实的为害,其对套袋果实的为害不亚于光果,这给套袋生产高档果品带来了不利影响。茶翅蜡寄主范围广,在果树、蔬菜、林木及绝大多数农作物上均可取食为害^[3],其中梨、桃、苹果、猕猴桃等果树受害最重。近 10 多年来,茶翅蜡的地理分布区域不断扩大,原分布于东亚地区的茶翅蜡自 2000 年后,在美国、巴拿马等国也相继被发现,并成为当地林果生产中的重要害虫^[4-7]。

目前,围绕茶翅蜡防治的研究多集中在发生规律和生物学特性方面,控制方法以化学防治为主^[1,8-10],但实际效果均不够理想。在果园化学防治中,果农常在 9:00~17:00 用药,喷药过程的声响使大量的茶翅蜡因“惊动”而飞离,随后再回落到果园,出现了“药到蜡离,药后虫回”的现象。而这种“回头”蜡,即使喷布了触杀性的杀虫剂,也难以致死。

国内外对果园植食蜡类的行为研究并不多,对茶翅蜡和荔枝蜡的取食行为曾有报道^[2,11]。对茶翅蜡有关行为的研究,不但可丰富昆虫行为学理论,更重要地是可能寻找到某些可利用的关键控制点,以指导生产实际的防治工作。针对茶翅蜡化学防治存在的问题,本试验于 1997~2005 年,在西北农林科技大学园艺场和杨凌地区农户的果园中,对茶翅蜡的有关行为进行了研究,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

试虫采自杨凌地区农户的果园和西北农林科技大学园艺场果园,虫态为越冬代。室内饲养 3 d 以上,选择状态一致的个体,饥饿 12 h 后用于试验。

1.2 茶翅蜡择食试验

试验在自制食物分味盘^[2]上进行。取桃、梨、苹果、杏、李、猕猴桃、核桃幼茎为食,再以梨、苹果、桃、杏的幼果、嫩茎、果浆为不同食源,测定茶翅蜡成虫对食物的嗜好性。将上述不同食物置于食物分味盘的盛食盒中,再将一定数量的试虫放到食物分味盘中央的释放圈内,稳定 2 min,开启风机 1 min 使气流循环平稳,再缓升释放圈,让试虫自由扩散,寻味爬行,观察试虫的行为,统计不同寄主的取食虫数量。试虫采取不放回抽样,未到达盛食盒者不计数。每组均重复 6 次,每次 16 头。以不放置食物为对

照。

1.3 茶翅蜡的取食行为

1.3.1 室内试验 在 23~25 条件下,将饥饿 12 h 的试虫配对,并逐对移入水培新鲜桃枝丛中,在枝间放置苹果和梨,连续 24 h 观察记载试虫取食行为。试验重复 3 次。

1.3.2 园田观察 (1) 取食过程。1997-06~1999-06,分别选择虫量较多的桃、梨园,网罩整株,每网株置虫 30~50 头,观察记载自然条件下试虫的取食行为,重复 3 株。(2) 侵扰对应。在 23~30 条件下,于果园随机选点,观察记载成虫的取食行为。

1.4 茶翅蜡的食物感应试验

1.4.1 不同距离下对食物的反应 将梨果进行原果、切片果、原果塑封及白色纱袋包裹处理,分别置于体积为 100 cm × 20 cm × 15 cm 平底槽(玻板封顶)内的一端(两头分别用纱板做档,置虫端外侧装一 8 W 两相电风扇,使平底槽内风速约 5 cm/s)。将饥饿 12 h 试虫每 15 头为一组,分别放置在距食物 5, 10, 15, 30, 50 cm 不同距离处,让试虫稳定 10 min,然后释放试虫,使其自由活动,记录行为反应。重复 3 次。偏离目标者不计数。

1.4.2 感觉器官对食物的感应 分别取聚乙烯醇封闭触角,黑油漆蒙眼,剪除触角和剪触角+蒙眼的茶翅蜡各 50 头,以鲜桃幼果为食,分别置虫于距鲜桃幼果 5, 10, 15, 30, 50 cm 距离处,观察其行为反应。重复 3 次,每次 10 头。测试前剔除弱、小虫体。

1.5 变温条件下茶翅蜡的行为变化

1.5.1 连续变温条件下行为的变化 自制封闭方形(50 cm × 50 cm × 60 cm)玻璃观察试验台,用 8 mm 铝制导管做两组互连 U 形多回路管网,分别铺设于观察台底部与旧冰箱致冷室内(自制)。以自来水——控水伐系统通过控制水流温度,使观察室温降速率 $t=0.05$ /min,可从 35 渐降至 5,亦可转热水浴升温至 50。试验前 2 h 置试虫于观察箱内,以水培带果桃枝为食。预先渐升温到 35,并稳定至少 20 min,然后作渐降温处理,观察茶翅蜡触角夹角的变化、爬行速度、取食、假死性等行为。每处理供试虫 30 头,不放回抽样,重复 3 次。

1.5.2 果园变温条件下的行为反应 2000 年 5 月下旬和 2001 年 5 月下旬,分别在定植 7~8 年、株行距 2 m × 4 m、行向为南北走向的桃园,于雨后晴天,早 7:00 入园,7:30 开始观察,至 15:00 结束。逐株寻虫,记载数量、状态后再扰动、震树,分别记载其行为反应。试验采用顺行直线调查方法,共调查果树

163 株。

1.6 声光对茶翅蜡行为的影响

分别在鸣锣 (350)、打钹 (320/150)、鞭炮 (1 000响快鞭)和敲梆子,以及白炽灯 (40,75,100 W)、日光灯 (40,80 W)和闪光灯 (银燕 PS-26 A)突然震闪的条件下,以 1、2、3 声/闪干扰,观察茶翅蜡的种群行为。试验在 6 片互无干扰的农户苹果园进行,每日早晨 7:00、晚 9:00 各进行 1 次。每处理重复 3 次。晚间观察,采用 75 W 红光灯照明。

1.7 园田控制试验

果园选择:选择距村落较近且位于居住区南侧、南北行向、茶翅蜡为害较重、定植树龄 7 年以上的梨、桃、猕猴桃园。

试验处理:在 2001~2003 年,于每年的 5 月中下旬和 7~8 月,分别在早晨气温 < 21 和 30~35 的日子,将选定的果园分为 3 个试验区,进行控制试验。区与区之间,以 2 行果树为隔离带。试验的具体时间分为清晨和傍晚:选气温 19~21 的清晨,以棒击法(于主杆或主枝杈处连击 3 下,以整株有明显抖动为准)、燃鞭炮法(以 6 m/s 速度沿行拉过)和鸣锣法(以 50 次/min,正常行速)干扰使虫落地,随后在树冠下的地面喷药,再查虫计数;傍晚,以闪光灯于行间每隔 3 株退闪光 1 次,棒击法和鞭炮法同上,随即冠下喷药,次日查虫。另外,细查具有代表性的 30 株树冠上的茶翅蜡虫量,作为对照 (CK)。各处理果树 < 60 株,行长为 120~150 m。

使用药剂与浓度: 52.25% 乐斯本乳油(陶氏益农产品),使用浓度 1 500 倍; 2.5% 绿色功夫水

乳剂(先正达产品),使用浓度 2 000 倍。药剂使用方法为树冠下地面常规喷雾。以清水为对照。

1.8 数据处理

采用 SPSS 11.0 软件中的 SSR 法、Duncan 氏多重比较法和 t 检验法统计分析。

2 结果与分析

2.1 茶翅蜡的择食行为

2.1.1 成虫择食行为 观察发现,茶翅蜡在分味盘内不同距离处表现出的行为不同。在距释虫点 15 cm 处,茶翅蜡表现兴奋,群体行为混乱,时有回爬,部分稍停,触角上下摆动,继而变方向加速;随群体扩散范围的增大,爬行轨迹渐有所指,单虫前进方向摆幅逐渐变小,多指圆盘周缘放食区域,并伴随触角上下摆动,可见盘心位置是食味混合区,会导致暂时性方向混乱。在距释虫点 15~25 cm 处,食味气流逐渐明晰,爬行方向亦有所定。在试虫释放 18 s 后,茶翅蜡开始钻入盛食盒,随时间延长钻入盒内的试虫增多;在 23~37 s 时段,绝大多数试虫入盒,到 67 s 时全部入盒。试虫入盒爬上食物表面后,稍停,触角敲击 3~5 次即伸喙取食,整个过程需 2~4 s。

2.1.2 对食物形状的选择 由表 1 可以看出,茶翅蜡对 7 种果树幼茎嗜好性有一定差异,采食桃、梨幼茎的茶翅蜡数量最多,分别为 8.1 ± 0.26 和 7.0 ± 0.31 头,而采食猕猴桃的最少,仅为 0.5 ± 0.09 头,说明茶翅蜡最喜食桃、梨幼茎,不喜食猕猴桃幼茎。桃、梨、杏、李幼茎为该虫喜食之物。

表 1 茶翅蜡成虫对寄主幼茎的嗜好性 (SSR 法)

Table 1 Performing difference of *Halyomorpha halys* imago to different host young caudex

寄主 Host	采食虫数/头 Pests number on average	寄主 Host	采食虫数/头 Pests number on average
桃 Peach	8.1 ± 0.26 aA	苹果 Apple	2.4 ± 0.61 dB
梨 Pear	7.0 ± 0.31 abA	核桃 Walnut	2.4 ± 0.61 dB
杏 Apricot	6.2 ± 0.33 bcA	猕猴桃 Chinese gooseberry	0.5 ± 0.09 eB
李 Plum	5.5 ± 0.28 cA	对照 CK	0.6 ± 0.12 deB

注:标不同小写字母者表示差异极显著 (P < 0.01); 标不同大写字母者表示差异显著 (P < 0.05)。

Note: Different small letters indicate greatly significant differences (P < 0.01); different capital letters indicate significant differences (P < 0.05).

表 2 茶翅蜡对 4 种寄主实物形状选择的嗜好性

Table 2 Selective comparison of *Halyomorpha halys* to four hosts

食物型 Type of food	桃 Peach	梨 Pear	杏 Apricot	苹果 Apple
幼茎 Tender twigs	21.1 ± 1.09 a	18.0 ± 2.02 a	15.2 ± 1.96 a	8.3 ± 1.13 a
幼果 Young fruit	28.6 ± 0.81 c	13.5 ± 1.20 c	7.4 ± 0.56 d	14.4 ± 0.92 c
幼果泥 Juice of young fruit	28.4 ± 1.64 c	15.7 ± 1.36 b	12.2 ± 0.88 b	10.3 ± 1.01 b
合计 Total	78.1 ± 2.11	47.2 ± 1.75	34.8 ± 1.42	33.0 ± 1.34

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著 (P < 0.05)。

Note: Different small letters in the same column indicate the difference in vertical dimension (LSD, P < 0.05)

由表 2 可以看出,茶翅蜡对食物形态选择有一定差异,最喜食桃、苹果和梨的幼果,这与实际情况相符;对幼茎的嗜好性结果与表 1 相同;茶翅蜡除对苹果幼果泥表现弱趋性外,其余均趋于良好。说明,该虫对食物感应以气味为主,对苹果果实与幼茎选择差异显著,对苹果泥选择性的下降可能与苹果泥易于氧化有关。综上所述,果实是该虫的优先取食部位。

2.2 茶翅蜡的取食行为

2.2.1 室内试验结果

将茶翅蜡移于水培新鲜桃枝丛中自由爬行 2~5 min 后,定位于适宜取食点,对果实的取食过程如下:

a. 食点定位。茶翅蜡距果实约 1 cm 时略停,触角上下摆动,数秒后爬上果实,静立,触角摆动数次,伸展喙管预刺,取食点在阳面。

b. 刺入。茶翅蜡将喙管从腹面放下,与身体构成近 45° 而垂直于果面,此时身体和触角不动,口针渐刺入果,2~3 s 后,侧观其喙,则口针与喙套从喙管中部分离,喙管内折,与口针间露出三角形小孔,头亦渐近果面。口针刺入果内约 0.5 cm,此时与身体呈 80°。

c. 取食。口针刺入与取食过程中触角均保持静止;口针刺入后,稍停,提针,头部以 90 次/min 上下运动,幅度 2.5~3 mm,动作匀速协调,伴有间歇。这种运动十分利于果汁聚集与吸取。

d. 结束。取食一段时间后,身体略停,触角慢慢摆动几次,抽针并藏于下垂的喙中,再停 2~3 s,收喙,爬行 3~5 cm,略停,飞离或爬行离去。

茶翅蜡取食用时 3~51 min,其中 6~15 min 者占 65.3%。

由取食过程可以看出,茶翅蜡从食物选择到停止取食,全程系统有序。无论是口针刺入、取食,还是取食的运动方式,均表现出合理的力学结构,展现了一种最低耗能、高效取食的能力。“略停,触角上下摆动”成为该虫行为中探测环境以求安全的必要动作。从整体看,低耗能高效率的安全取食是茶翅蜡取食过程的最大特点,这对种的生存、发展具有重要作用。

2.2.2 田间观察结果

成虫多在树冠内活动,以深入冠丛 25~35 cm 为多,且多趋隐藏。降落后,爬行 3~5 cm,向枝侧或枝间运动隐匿,后静伏 30~65 s,再短飞或爬至果实阳面,静伏约 15 s,触角上下摆动 3~5 次,抬头,伸出喙管,刺入果实并取食。其刺入、取食过程及取食后行为与室内观察结果一致。

2.2.3 取食过程中的侵扰应对

正在取食的茶翅蜡遇同种个体时,停止口针的抽提,触角以左右开合方式拂扰来者,离去后恢复吸取。人为干扰时,如以细软之物推扰或拂其身体,则迅速提喙,爬离躲藏;若以小棒轻震枝条,则一般不予理睬,用力敲则虫体静伏,猛敲则离去。若以大于 5 cm × 5 cm 物体悬空,从相距 30~50 cm 处掠过,茶翅蜡则即刻停止取食,静伏约 30 s 后又恢复;若来回几次掠过,则迅速离去或转向背阴隐藏,也有少数静而不动。这些行为表明,茶翅蜡在取食过程中仍然保持着取食和安全两者间抉择的动态平衡,而以安全为优先条件。

2.3 茶翅蜡的食物感应

2.3.1 视、嗅觉的联合感应

由图 1 可以看出,食物颜色(原果)、形状(原果塑封)及气味(切碎果)对茶翅蜡均有诱导作用,以气味诱导效果显著。从诱导过程看,颜色诱导只在 10 cm 内产生作用,味诱的距离较远。以上结果说明,以人造果实(模拟果)、伴以果味的诱捕装置,能够起到很好的诱虫作用。

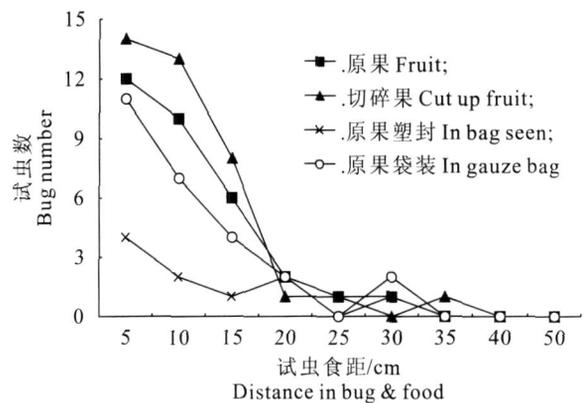


图 1 茶翅蜡对不同处理桃果的距离反应曲线
fig. 1 Distance reaction of *Halyomorpha halys* to different treatments of fruit

2.3.2 视、嗅觉对食物的感应

由表 3 可见,触角在觅食中起主要作用;在蒙眼条件下,距食物越近,达目标者越多,综合各处理结果判断,视觉在 10 cm 内起作用;在剪除触角+蒙眼条件下,除近距离似有一定趋向,其余均为随机结果。说明茶翅蜡觅食主要靠触角与视觉。较远距离时,以触角味感确定觅食方向,近距离下则靠眼定位和选择取食点,两者的完美结合,形成了觅食行为中的最佳定位系统。

2.4 变温对茶翅蜡行为的影响

2.4.1 室内控温条件下茶翅蜡的行为变化

由表 4 可以看出,随温度渐降,茶翅蜡行为变化明显,取食发生在 20℃ 以上;假死性出现于 23℃ 以下,且随

温度降低,假死深度增强;触角夹角与温度呈显著正相关($r=0.9812$);取食速度随温度下降而变缓;降温全程中,整体行为从活跃到静止。9 以下完全静止。

表 3 茶翅蜡眼、触角对食物的反应行为

Fig. 3 Independent behavioral reactions of eyes and antenna of *Halyomorpha halys* to food

试虫 - 食物距离/cm Bug - food distance	封闭触角 Complete closure of antenna	蒙眼 Complete close of eyes	剪除触角 Removal of antenna	剪除触角 + 蒙眼 Removal of antenna plus blinding eyes	合计 Total
5	6.6 ±0.9 a	9.5 ±0.3 a	3.2 ±1.0 a	2.6 ±1.0 a	21.9
10	6.2 ±1.1 a	8.3 ±0.8 b	1.2 ±0.9 b	2.3 ±0.7 a	18.0
15	2.1 ±1.8 c	4.1 ±1.0 d	1.4 ±1.5 b	1.5 ±1.3 b	9.1
30	1.3 ±0.8 d	3.3 ±0.7 d	2.0 ±1.7 b	1.6 ±1.5 b	8.2

表 4 渐降温条件下茶翅蜡成虫的行为变化

Table 4 Behavior change of mature *halyomorpha halys* with gradual decrease of temperature

温度/ Temp	触角间 夹角/(°) Angle of antennae	爬行速度/ (mm · s ⁻¹) Crawling	其他 Others	行为特点 Behavior property
35	145 ±1.23	32 ±1.63	清理触角,取食,短飞 Cleaning antennae, feeding, and short flying	多次刺吸寄主,用时 1 ~ 6 s,爬行快捷,似急似渴,多有起飞 Piercing and sucking host about 1 to 6 sec. ; Quick crawling ;flying now and then.
30	110 ±1.60	23 ±2.75	扰之多飞,有取食 More flying due to disturbance ;feeding	较少见清触角者,爬行较稳健,整体行为表现亦稳健 Steady crawling; antennae cleaning less seen
25	95 ±0.86	15 ±1.14	爬行,飞行,取食 Creeping, flying, feeding	群体分布于枝丛间,从容稳定;取食时间长 1 ~ 3 min,间或清洗触角,爬、飞稳健有力 Distributed among twigs, feeding up to 1 to 3 min. ;occasionally cleaning antennae ,forcefully flying and creeping
23	80 ±2.01	9 ±1.96	爬行;扰之坠飞 Creeping ,feeding ,flying if disturbed	出现假死性,但不静止;取食者雄多,雌有清洗喙管者,多爬行 Anabiosis appears but not static; more males feeding ,some females cleaning mouthpart
20	75 ±1.01	8 ±1.22	爬行;扰之坠飞 Creeping ,feeding ,flying if disturbed	假死性明显;取食者雄多,雌有清洗喙管者 Anabiosis but not static; more males feeding ,some females cleaning mouthpart
17	70 ±0.96	7 ±1.66	爬行;扰之坠落 Creeping ;dropping to ground by disturbance	假死性明显,时长 20 ~ 70 s;无取食,种群在枝上的分布趋于冠内 Anabiosis evident for 20 to 70 Sec. no feeding ; population distributed among the twigs of crown
15	70 ±2.66	3 ±1.54	触角不时上下摆动 Antennae moving up and down	扰之假死;约 55 % 静伏;有些体稍动 Anabiosis if disturbed ;55 % of them static ;some slight movement
13	67 ±3.11	0 ±0.33	触角不时上下摆动 Antennae moving up and down	多静伏,体有动者约 40 % Majority static ,40 % of them slight movement
10	64 ±1.56	3 ±1.01	爬行 Creeping	爬行者增多,多于 45 % ,且以雌性最多 Over 45 % creeping ,more with females
9	60 ±1.12	1 ±1.24	爬行很难 difficult creeping	触角颤动,间歇性上下摆动 Antennae shaking ,up and down movement time and then.
8	52 ±3.21	0	几乎静止 An intention to creep	不足 10 % 者体间歇性摇动,前足慢伏卧撑,似欲爬行;触角上下摆动 No more than 10 % shaking occasionally , front feet slowly lying down ,an intention to creep ;antennae moving up and down
7	50 ±1.98	0	静状 Static	体略有动迹 Slight trace of body movement
5	45 ±0.99	0	静状 Static	静伏,触角略见颤动 Static with antennae slight shaking.

2.4.2 自然变温条件下茶翅蜡的行为反应 结果显示,茶翅蜡的假死性、飞翔行为与室内结果相似。气温 > 21 时,随温度渐升假死行为消失, > 25 时行动敏捷,对外来移动物反应敏感,扰之即飞,单次飞距 3 ~ 10 m;当外来物距其约 60 cm 时,便预备起飞,再近则飞离。说明在生产上,较高温度条件下喷药,茶翅蜡会早先飞离避害。

2.5 声光对茶翅蜡行为的影响

2.5.1 声音 结果表明,鸣锣、打钗、鞭炮和敲梆子等不同处理,在给声数上,对茶翅蜡的假死性影响无显著性差异 ($P < 0.05$),说明第 1 声成为产生假死的定声。异质声响间效果有一定差异,鸣锣、打钗与鞭炮的致假死结果差异不显著,而鞭炮与敲梆子间差异显著 ($t = 4.750, P < 0.05$),鸣锣与敲梆及打

钹与敲梆子之间差异均极显著 ($P < 0.01$)。说明鸣锣、打钹、燃鞭炮具有相同功效。

各处理坠落或滑落或慌逃飞离(与气温有关)的虫量燃炮 > 打钹 > 鸣锣 > 敲梆,依次分别占试虫总量的 86.9%, 84.6%, 81.8% 和 67.8%。

在 19 和 23 条件下,爆响声对茶翅蜡行为的干扰程度相同,只是 19 时,茶翅蜡表现为坠落并伴随深度假死。

2.5.2 闪光 结果表明,白炽灯 40 W 与 75 W、75 W 与 100 W 间落虫量无明显差异,但 40 W 与 100 W 间差异显著 ($P < 0.05$);光源的功率越大,落虫量越多。

40 W 与 80 W 日光灯间的干扰结果无显著差

表 5 较低温度 (<21) 条件下不同干扰方法对茶翅蜡成虫坠落效果的比较

Table 5 Comparison of dropping effects of mature halyomorpha halys by different disturbing methods at lower temperatures (<21)

时间 Period of time	处理 Treatment	坠落总虫量/头 Total amount	单株平均坠落虫量/头 Average amount of a tree	t 检验 Sig. (2-tailed)
清晨 Morning	棒击法 Stick beating	63	2.03 ± 1.69 **	0.621
	燃炮法 Firework	58	1.93 ± 1.50 *	0.414
	鸣锣法 Gong sounding	57	1.90 ± 1.48 *	0.492
	对照 CK	61	2.26 ± 1.76	
傍晚 Evening	棒击法 Stick beating	40	1.41 ± 1.08 **	0.573
	闪光法 Light flash	25	0.86 ± 0.91 *	0.130
	燃炮法 Firework	39	1.34 ± 1.11 **	0.805
	对照 CK	36	1.27 ± 1.03	

注: ** 表示与 CK 相比差异极显著 ($P < 0.01$); * 表示与 CK 相比差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: ** indicates greatly significant difference compared with CK; * indicates significant difference compared with CK.

在气温为 30~35 时,白日棒击可使茶翅蜡飞离植株,燃炮和鸣锣使部分坠落,多数半空逃逸;夜晚燃炮、鸣锣能使虫落地爬行或近地撞飞;棒击使其在冠内混飞,少量坠地爬飞,其作用比放炮、鸣锣小;闪光干扰效果最差。

2.6.2 药剂控制 据上结果分析认为,清晨气温 < 21,棒击较鸣锣、燃炮落虫效果好,且无明显波及性干扰,亦无噪音。在气温 30 条件下,于傍晚或黎明,燃闪光炮 + 喷药效果为好。

药物防治试验结果表明,将茶翅蜡干扰落地后再用药剂直接喷雾触及虫体,防治效果 100%,但较高气温下的半空逃逸现象,直接影响了总体防效。可见,选择 < 21 气温,以棒击落虫并立即在树冠下地面喷药,是果园防治茶翅蜡最佳方法,称之为“树上害虫地面治”。同时,对单株树冠常规用药量与棒击落虫的地面用药量进行比较,结果发现,后者用药量下降 88.4%,差异极显著 ($P < 0.01$)。结果表明,棒击落虫地面用药的方法对避免农药残留、减少环境污染和降低投入成本具有重大作用。

异;100 W 白炽灯和 80 W 日光灯与闪光灯干扰间的差异性则分别达到极显著 ($P < 0.01$) 和显著水平 ($P < 0.05$)。

试验结果表明,光照强度与声干扰强度与茶翅蜡的假死性程度正相关。

2.6 茶翅蜡的园田控制试验

2.6.1 果园行为干扰 由表 5 可见,棒击法与对照处理间差异极显著,燃炮法在傍晚与对照间差异极显著,其余方法与对照差异显著。棒击法与燃炮法的落虫量相近 ($Sig = 0.818$),说明两法在效果上相同;闪光法符合性低 ($Sig = 0.130$),这可能与光线直射、树冠遮挡有关。

3 讨论与结论

茶翅蜡属于中小型扁体昆虫,食性广,捕食能力强,行为复杂,对环境变化的适应性强。常规用药对该虫防效不佳,说明茶翅蜡的自然行为在种生存对策方面的潜力和对空间资源占据的适应能力比较强。

茶翅蜡的取食行为与对付环境干扰的行为,始终围绕着低耗高效和安全优先的严密过程,其静动结合、对逆境应付自如的情形提示人们,在害虫防治时,应当在生态系统工程的要求下进行。

利用声、光干扰,使其坠地后药杀的方法,只在较低气温下效果理想;夜幕的利用也可增加该虫触药的机会,但喷药操作有难度。然而,经常性的声、光对果树有无负面影响,尚待探索。

茶翅蜡蛰后饥饿 12 h 对食物反应敏感,趋食性强。触角是趋食、确定食物方位的主要器官,视觉在 10 cm 范围内对食物形状和取食位点产生定位作用。桃、梨、苹果果实的吸引取食能力最强。同一寄

主中,茶翅蟥对果实的嗜好性远大于其他部位。这为仿真果诱虫提供了依据。

茶翅蟥取食行为分寻找、定位、刺入、取食、结束和离去 6 个阶段。全程以安全、低耗能和快速足量获得食物为首要,对取食过程中的危险性应对采取了多因子综合的平衡选择,表现出资源利用的优势最大化。

随温度渐降,茶翅蟥取食、爬行与飞翔等行为的机动性渐降,行进速度由 33 mm/s 降至 0 mm/s;假死性从 23 出现并随降温逐渐突出,低于 19 时扰之立即深度假死。触角间夹角与温降呈显著正相关,在温度 5~35,变幅为 150°~45°。25 以上时行为敏捷,飞行、避害能力增加。

利用相对低的气温(<21)条件,棒击枝丫落虫,地面喷药,迎合了果树趋小化栽培的果园管理模式,是控制果园茶翅蟥为害的较好途径,也为充分利用生态、人为多因子有益集成在害虫工程化、系统管理方面的实践做了有益尝试。特别是“树上害虫地面治”的控制方法,使单株用药量降低 88.4%,对环境和生产的安全性意义重大。

[参考文献]

[1] 褚风杰,周志芳,李瑞平,等. 茶翅蟥生物学特性观察及防治研

究[J]. 河北农业大学学报,1997,20(2):12-17.

- [2] 李 鑫,龚建宁,李海林. 茶翅蟥成虫取食行为研究初探[J]. 河北林学院学报,1996,11(S1):230-234.
- [3] 北京农业大学,华南农业大学. 果树昆虫学[M]. 2 版. 北京:农业出版社,1990:114.
- [4] Hoebeke E R, Carter M E. *Halyomorpha halys* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America [C]// Entomological Society of Washington. Washington (USA): [s. n.], 2003: 225-237.
- [5] Nielsen A, Hamilton G C, Matadha D. Distributional survey of *Halyomorpha halys* in New Jersey and a study of their developmental rates at varying temperatures [C]// Entomological Society of America 2004 Annual Meeting. Salt Lake City, UT (USA): [s. n.], 2004: 14-17.
- [6] Bernon G. Biology of *Halyomorpha halys*, [EB/OL]. (2004-8-15) [2006-1-28]. <http://northeastipm.org/bmsb.com>.
- [7] Funayama K. Importance of apple fruits as food for the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) [J]. *Applied Entomology and Zoology*. 2004, 39: 617-623.
- [8] 王源民. 茶翅蟥研究初报[J]. 华北农学报, 1988(4): 96-101.
- [9] 秦维亮. 茶翅蟥发生规律及防治技术[J]. 植物保护, 1990(6): 22-23.
- [10] 范乃生. 茶翅蟥的生物学特性及防治的研究[J]. 山西农业科学, 1988(10): 29-31.
- [11] 刘雨芳, 古德祥. 荔枝蟥取食行为的研究[J]. 昆虫学报, 2000(2): 152-158.