

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.01.018

6 种储粮害虫对不同颜色的趋性研究

董震¹, 齐艳梅², 伍祎¹, 曹阳¹, 郑丹¹, 方江坤³, 黄呈兵³, 汪中明¹

(1. 国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 10037; 2. 北仑区粮食总公司, 浙江 宁波 315800; 3. 福建省储备粮管理有限公司漳州直属库, 福建 漳州 363000)

摘要: 在实验室内利用校正趋色法, 研究我国 6 种储粮害虫对红色等 6 种颜色的趋性行为反应。结果表明, 6 种储粮害虫对不同颜色的趋性情况大多随时间的变化而变化, 在特定的时间段内, 赤拟谷盗、杂拟谷盗、米象、玉米象对不同颜色的行为反应存在显著性差异 ($P \leq 0.05$), 其中, 红色、橙色、黑色对赤拟谷盗均有明显的引诱作用, 诱集率最高分别为 76.23%、39.55%、49.57%; 红色、黑色对玉米象有明显的引诱作用, 诱集率最高分别为 38.48%、38.67%。嗜卷书虱和无色书虱对所测试 6 种颜色则大多表现出驱避性, 其中, 红色和紫色分别对嗜卷书虱、无色书虱有明显的驱避作用, 驱避率最高分别为 70.29%、54.46%。研究结果可为研发相应颜色诱捕器对储粮害虫进行诱捕监测提供参考。

关键词: 储粮害虫; 颜色; 诱集

中图分类号: S379.5 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)01-0100-05

Study on the tropism of six species of insect pests in stored grain to different colors

DONG Zhen¹, QI Yan-mei², WU Yi¹, CAO Yang¹, ZHENG Dan¹, FANG Jiang-kun³, HUANG Cheng-bing³, WANG Zhong-ming¹

(1. Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037; 2. Beilun District Grain Corporation, Ningbo Zhejiang 315800; 3. Zhangzhou Depot, Fujian Grain Reserve Management Co.Ltd., Zhangzhou Fujian 363000)

Abstract: The tropism of six species of insect pests in stored grain to six kinds of colours was researched in laboratory by color correction. The results showed that the tropism of six species of insect pests in stored grain to different colors mostly changed with time, and the behavioral responses of the *Tribolium castaneum* (Herbst), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, *Sitophilus oryzae* (Linnaeus), *Sitophilus zeamais* Motschulsky to different colors were significantly different within a specific period of time ($P < 0.05$). Red, orange and black had obvious attracting effect on *Tribolium castaneum* (Herbst), with the highest trapping rates of 76.23%, 39.55%, 49.57%; Red and black had obvious attracting effect on *Sitophilus zeamais* Motschulsky, with the highest trapping rates of 38.48%, 38.67%. The *Liposcelis bostrychophila* Bodonnel and *Liposcelis decolor* (Pearman) showed evasiveness to the most of the six colors tested. Red and purple had evident evasive effects on the *Liposcelis bostrychophila* Bodonnel and *Liposcelis decolor* (Pearman), with the highest evasive rates of 70.29% and 54.46%. The results can provide reference for the development of color traps to trap and monitor pests in stored grain.

Key words: insect pests in stored grain; color; trap

收稿日期: 2019-09-18

基金项目: 国家粮食和物资储备局科学研究院基本科研业务费专项 (ZX1923) — 氟熏蒸剂安全评估和施工作业系统研究; 国家重点研发计划 (2016YFD0401004-2) — 微小储粮害虫绿色治理关键技术和设备研究

作者简介: 董震, 1989 年出生, 男, 硕士, 实习研究员, 研究方向为储粮害虫综合防治。

通讯作者: 汪中明, 1971 年出生, 男, 博士, 副研究员, 研究方向为储粮害虫综合防治。

昆虫具有趋色性,昆虫种类不同,它们的趋色性也不同^[1-2]。20 世纪 80 年代中期开始,国内外已陆续对昆虫的趋色性进行了研究^[3],目前,农林业关于害虫趋色性已进行了很多研究^[4-6],常利用昆虫的趋色性对其进行诱捕,以实现对其发生发展状况的监测,并降低其密度,实现了较好的经济和社会效益^[7]。

储粮害虫也有趋色性,但相关研究和报道较少。汪中明等研究了赤拟谷盗等 6 种储粮害虫对黄色和蓝色的趋避行为,结果表明黄色仅对赤拟谷盗表现出稳定的诱集效果,蓝色对杂拟谷盗、玉米象、嗜卷书虱和米象均呈现明显的诱集效果^[8]; Semeao 等的研究结果表明,与白色相比,赤拟谷盗和杂拟谷盗更偏好黑色^[9];实仓应用方面,蒋传福等利用黄色卷材粘虫板在实仓内一定程度上控制了书虱的数量增长^[10]。

储粮害虫对不同颜色趋性的研究不足,限制了该技术在储粮害虫实仓测报领域的应用。针对这一不足,在实验室条件下研究了米象、玉米象、赤拟谷盗、杂拟谷盗、嗜卷书虱、无色书虱对红色、橙色、粉色、绿色、黑色、紫色等 6 种颜色的趋性行为反应,为后续利用储粮害虫不同趋色性进行的粘虫色板研发及虫情监测预报研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试虫

赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* (Herbst) (武汉)、杂拟谷盗 *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (广东),选择羽化后一至两周的成虫;饲料为:将全麦粉过 60 目筛,可分为粗粉和细粉两部分,分别与酵母粉按 19:1 的比例混合均匀配成饲料。

米象 *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (四川)、玉米象 *Sitophilus zeamais* Motschulsky (新疆),选择羽化后一至两周的成虫,饲料为 13.5%~14.5% 水分的净麦。

嗜卷书虱 *Liposcelis bostrychophila* Bodonnel (北京)、无色书虱 *Liposcelis decolor* (Pearman) (重庆),选择羽化后一至两周的成虫;饲料为:将全麦粉过 80 目筛,筛出细粉,然后将细粉、酵母粉、脱脂奶粉以 1:1:1 的比例配成饲料。

1.1.2 仪器和设备

YT-ACM 全自动色度仪:杭州研特科技有限公司;聚四氟乙烯:上海三爱富新材料股份有限公司;培养皿($\phi 20$ cm);彩纸(白色、红色、橙色、粉色、绿色、黑色、紫色),各色彩纸的主波长、色泽明度、红色(+)和绿色(-)的程度以及黄色(+)和蓝色(-)的程度见表 1。

表 1 色彩纸检测结果

彩纸颜色	主波长/nm	色泽明度	红色(+)和绿色(-)程度	黄色(+)和蓝色(-)程度
白色	460.5	88.86	5.90	-16.96
红色	618.0	50.88	47.65	22.20
橙色	591.8	63.62	38.19	42.30
绿色	551.7	65.69	-34.46	40.48
粉色	491.8	78.25	21.26	-0.20
紫色	460.5	68.65	7.14	-19.20
黑色	473.8	25.34	-0.19	-0.98

1.2 实验方法

将彩纸按培养皿尺寸大小裁成半圆,贴于内壁均匀涂有聚四氟乙烯 20 cm 直径的培养皿底部外侧,对应的培养皿外壁粘上相应颜色的彩纸(避免彩纸材质对诱捕效果造成影响);另外半圆以同样粘贴方式的白色纸作为对照。实验开始前挑选 50 头试虫放入直径 6 cm 小培养皿中,倒扣于贴

好彩纸的培养皿中间,待其适应 30 min 后,取出小培养皿,让其自由活动。实验开始后,每隔一段时间观察记录彩纸或白纸上的试虫数量。结合粮库的应用场景,实验过程中不提供光源,均为自然光。每个颜色设置 5 组重复。诱集率/%=各色聚集试虫数量 $\times 100\%$ /50;对照诱集率/%=白纸上聚集试虫数量 $\times 100\%$ /50;校正趋色系数=(彩

色诱集率-对照诱集率) × 100% / (1-照诱集率)。

1.3 数据处理

数据采用 Microsoft Excel 处理,并用 DPS 软件新复极差法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 6 种试虫对红色的趋向性行为反应

由图 1 可知,无论是白天有自然光源(11:00~17:00)还是晚上黑暗(19:00~21:00)条件下,红色对赤拟谷盗和米象均有一定的诱集作用。白天 13:00 时,对赤拟谷盗的诱集率最高,达到 76.23%;晚上 19:00 和 21:00 时,对米象的诱集率最高,约为 21%,在监测时间段内,红色对赤拟谷盗的诱集率始终高于米象;而嗜卷书虱对红色有一定的驱避性,白天 11:00 时嗜卷书虱对红色的驱避率最高,达到 70.29%;对玉米象,仅在 21:00 时,对其有一定的驱避作用,驱避率为 2.47%,其余时间为引诱作用,在 11:00 时达到最高 38.48%;对无色书虱,仅在 13:00 时有一定的引诱作用,且诱集率仅为 2.04%,其余时间为驱避作用,在 17:00 时驱避率达到最高 32.14%;对杂拟谷盗的诱集率随观察时间的不同而变化,整体上看,13:00 之前有一定的引诱作用,之后表现出驱避作用,但诱集或驱避率较低,均不超过 15%。

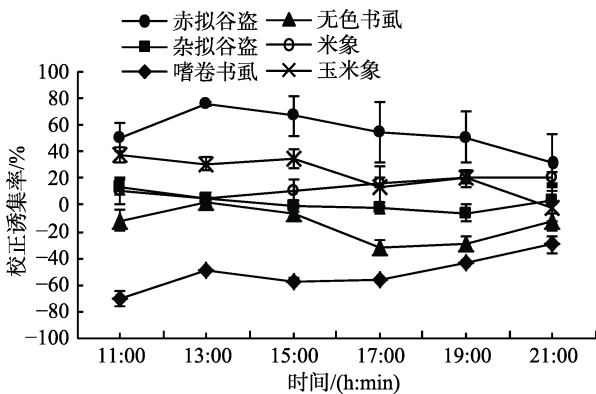


图 1 红色对 6 种储粮害虫分布的影响

2.2 6 种试虫对橙色的趋向性行为反应

由图 2 可知,无论是白天有自然光源(11:00~17:00)还是晚上黑暗(19:00~21:00)条件下,橙色对玉米象均有一定的诱集作用。白天 13:00 时,对玉米象的诱集率最高,达到 25.84%;而嗜卷书虱和无色书虱对橙色均有一定的驱避性,白天 11:00 时嗜卷书虱对橙色的驱避率最高,达到

34.06%, 17:00 时无色书虱对橙色的驱避率最高,达到 50.89%;对赤拟谷盗,仅在 19:00 时,对其有一定的驱避作用,驱避率仅为 4.27%,其余时间为引诱作用,在 11:00 时达到最高 39.55%;对于米象,整体上看,在 13:00 之前有一定的驱避作用,之后表现出引诱作用或无影响,但诱集或驱避率较低,均不超过 10%;对杂拟谷盗的诱集率随观察时间的不同而变化,但均处于较低水平,只在 21:00 时驱避率达到 12.84%,其余时间均不超过 3%。

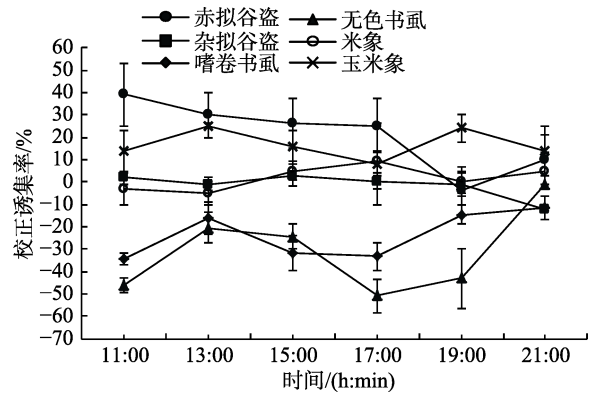


图 2 橙色对 6 种储粮害虫分布的影响

2.3 6 种试虫对粉色的趋向性行为反应

由图 3 可知,无论是在白天自然光源(11:00~17:00)还是晚上黑暗(19:00~21:00)条件下,粉色对赤拟谷盗均有一定的诱集作用。白天 13:00 时,对赤拟谷盗的诱集率最高,达到 26.95%。嗜卷书虱对粉色有一定的驱避性,白天 17:00 时嗜卷书虱对粉色的驱避率最高,达到 23.57%;对无色书虱,仅在 11:00 时有一定的驱避作用,驱避率仅为 0.75%,其余时间为引诱作用,在 13:00 时诱集率达到最高 23.81%。对于玉米象,仅在

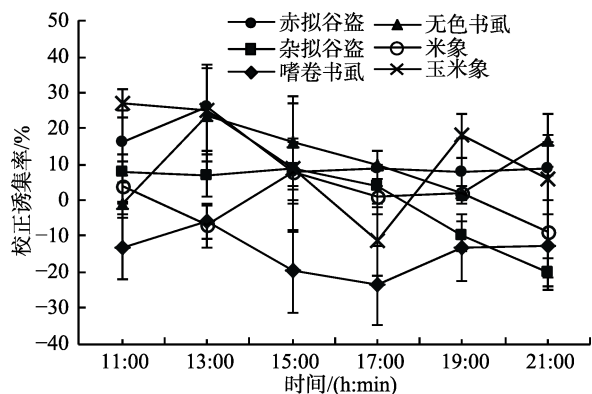


图 3 粉色对 6 种储粮害虫分布的影响

17:00 时有一定的驱避作用, 驱避率为 11.83%, 其余时间为引诱作用, 在 11:00 时诱集率达到最高 27.41%。杂拟谷盗对粉色表现出明显的昼夜差别, 在白天有自然光源 (11:00~17:00) 时, 均表现出诱集作用, 在晚上黑暗 (19:00~21:00) 条件下, 则表现出驱避作用, 驱避率最高为 20.53%。对米象的诱集率随观察时间的不同而变化, 在 13:00 和 21:00 时表现出驱避作用, 其余时间均表现为诱集作用, 诱集或驱避率均不超过 10%。

2.4 6 种试虫对绿色的趋向性行为反应

由图 4 可知, 无论在白天有自然光源 (11:00~17:00) 还是晚上黑暗 (19:00~21:00) 条件下, 绿色对无色书虱均有一定的驱避作用, 在晚上 19:00 时驱避率达到最高, 为 36.45%。对于米象, 仅在 21:00 时, 对其有一定的驱避作用, 驱避率为 9.33%, 其余时间为引诱作用或无影响, 在 11:00 时达到最高 16.32%。对于玉米象, 仅在 17:00 时有一定的驱避作用, 驱避率仅为 4.58%, 其余时间为引诱作用, 在 15:00 时诱集率达到最高 27.69%。赤拟谷盗对绿色表现出明显的昼夜差别, 在白天有自然光源 (11:00~17:00) 时, 均表现出诱集作用, 诱集率最高为 14.63%, 在晚上黑暗 (19:00~21:00) 条件下, 表现出一定的驱避作用。对于嗜卷书虱, 15:00 之前有一定的驱避作用, 驱避率最高为 15.29, 之后表现出诱集作用, 21:00 时诱集率最高为 27.01%。对杂拟谷盗的诱集率随观察时间不同而变化, 但均处于较低水平, 诱集或驱避率均不超过 8%。

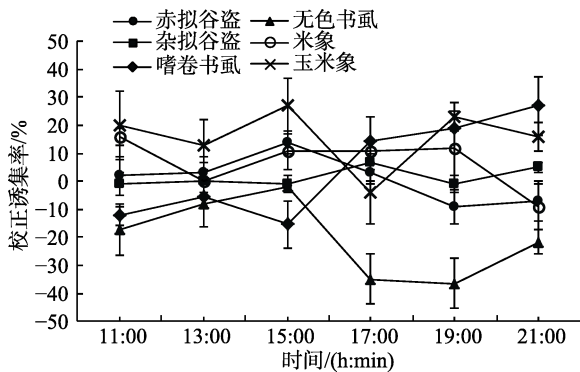


图 4 绿色对 6 种储粮害虫分布的影响

2.5 6 种试虫对黑色的趋向性行为反应

由图 5 可知, 无论是白天有自然光源 (11:00~

17:00) 还是晚上黑暗 (19:00~21:00) 条件下, 黑色对赤拟谷盗、杂拟谷盗和玉米象均有一定的诱集作用。白天 11:00 和 13:00 时, 对赤拟谷盗的诱集率最高, 达到 49 左右%; 白天 11:00 时, 对杂拟谷盗的诱集率最高, 达到 22.74%; 15:00 时对玉米象的诱集率最高, 达到 38.67%; 而黑色对嗜卷书虱有一定的驱避作用, 在 15:00 时嗜卷书虱对黑色的驱避率最高, 达到 45.22%。米象对黑色表现出明显的昼夜差别, 其在白天有自然光源 (11:00~17:00) 时, 均表现出诱集作用, 在晚上黑暗 (19:00~21:00) 条件下, 则表现出驱避作用, 驱避率最高为 31.89; 对无色书虱的诱集率随观察时间的不同而变化, 在 11:00 和 17:00 时表现出驱避作用, 驱避率为 1%左右, 其余时间均表现为诱集作用, 诱集率最高为 26.53%。

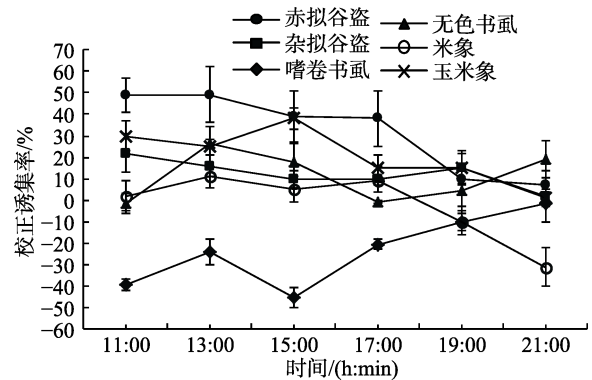


图 5 黑色对 6 种储粮害虫分布的影响

2.6 6 种试虫对紫色的趋向性行为反应

由图 6 可知, 无论是白天有自然光源 (11:00~17:00) 还是晚上黑暗 (19:00~21:00) 条件下, 紫色对杂拟谷盗均有一定的诱集作用。白天 13:00 时, 对杂拟谷盗的诱集率最高, 达到 17.48%。对

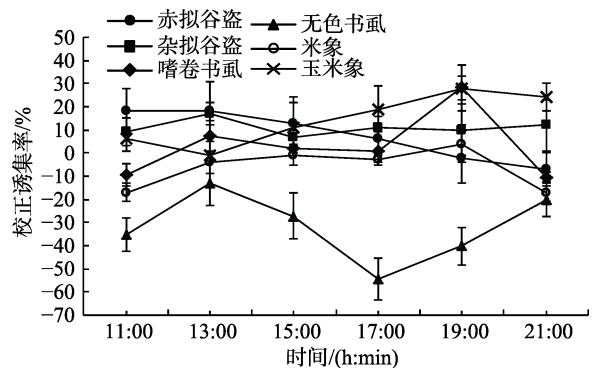


图 6 紫色对 6 种储粮害虫分布的影响

无色书虱均有一定的驱避作用,白天 17:00 时,对无色书虱的驱避率最高,达到 54.46%。对于米象,仅在 19:00 时,对其有一定的引诱作用,诱集率为 4.87%,其余时间为驱避作用,在 11:00 和 21:00 时达到最高,约为 17%。对于玉米象,仅在 13:00 时有一定的驱避作用,且驱避率为 1.64%,其余时间为引诱作用,在 17:00 时诱集率达到最高 28.29%。赤拟谷盗对紫色的反应表现出明显的昼夜差别,在白天有自然光源(11:00~17:00)时,均表现出诱集作用,诱集率最高为 18.31%。在晚上黑暗(19:00~21:00)条件下,表现出一定的驱避作用。对嗜卷书虱的诱集率随观察时间的不同而变化,在 11:00 和 21:00 时表现出驱避作用,驱避率为 10%左右,其余时间均表现为诱集作用,诱集率最高为 28.32%。

3 结论与讨论

Semeao 等在研究赤拟谷盗、杂拟谷盗对黑处反应中发现,无论诱捕设施是在角落或墙边,赤拟谷盗、杂拟谷盗在黑色面板被诱捕到的数量要比在白色面板诱捕到的多^[9]。姚渭的研究结果表明,赤拟谷盗对红色光有较强的趋向性,玉米象对红光、紫光有一定的趋向性^[11]。本研究也发现了类似现象。

在嗜卷书虱和无色书虱趋色规律研究中,两种试虫大在多数时间点对绝大部分颜色具有强烈的避向性。书虱喜暗厌光^[12],而光从本质上来说是一种电磁波,因此,可以推测书虱不喜欢某些波段的颜色。通过本次的观察研究后发现,嗜卷书虱对红色有强烈的驱避性,说明其对波长为 622~597 nm 的电磁波敏感。而无色书虱对紫色和橙色的驱避性强烈,说明其对波长为 597~577 nm 和 455~350 nm 的电磁波敏感。

研究发现赤拟谷盗、杂拟谷盗、米象、玉米象对特定颜色均有一定的趋向性,嗜卷书虱和无

色书虱对所测试 6 种颜色则大多表现出驱避性。研究结果可为研发相应颜色诱捕器进而对储粮害虫进行诱捕监测提供参考。同时,各储粮害虫对不同颜色的趋性情况大多随时间(即光照强度等)的变化而变化,表明尚需进一步研究储粮害虫对同种颜色不同色度的趋性情况,以明确最佳的诱虫或驱虫色彩。

参考文献:

- [1] 张纯霄. 害虫对色彩的趋性及其应用技术发展[J]. 温州农业科技. 2007(2): 1-4.
- [2] 李宏志, 周建波, 刘云江. 粘虫板在害虫防治中的应用研究[J]. 河北林业科技. 2007(S1): 198-199.
- [3] 刘平, 张鹏宇, 冯兴龙, 等. 昆虫的趋色性在虫害预测和防治中的应用[Z]. 中国新疆阿克苏, 2007.
- [4] J. W. DICLARO I I, COHNSTAEDT L W, PEREIRA R M, et al. Behavioral and physiological response of musca domestica to colored visual targets[J]. Journal of Medical Entomology. 2012, 49(1): 94-100.
- [5] RODRIGUEZ-SAONA C R, BYERS J A, SCHIFFHAUER D. Effect of trap color and height on captures of blunt-nosed and sharp-nosed leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) and non-target arthropods in cranberry bogs[J]. Crop Protection. 2012, 40: 132-144.
- [6] LILIA I D G, FRAKE A M, RINDERER T E, et al. Effect of height and color on the efficiency of pole traps for aethina tumida (Coleoptera: Nitidulidae)[J]. Journal of Economic Entomology. 2011, 104(1): 26-31.
- [7] 傅建伟, 林泽燕, 李志胜, 等. 黄板对蔬菜害虫的诱集作用及在黄曲条跳甲种群监测中的应用[J]. 福建农业大学学报. 2004(4): 438-440.
- [8] 汪中明, 齐艳梅, 李燕羽, 等. 几种储粮害虫对黄色和蓝色的趋避性研究[J]. 粮油食品科技. 2018, 26(1): 84-87.
- [9] SEMEAO A A, CAMPBELL J F, WHITWORTH R J, et al. Response of Tribolium castaneum and Tribolium confusum adults to vertical black shapes and its potential to improve trap capture[J]. Journal of Stored Products Research. 2011, 47(2): 88-94.
- [10] 蒋传福, 刘尚峰, 董震, 等. 卷材粘虫板防治储粮书虱效果初探[J]. 粮油仓储科技通讯. 2018, 34(1): 37-38.
- [11] 姚渭, 薛美洲, 杜燕萍. 八种储粮害虫趋光性的测定[J]. 粮食储藏. 2005(2): 3-5.
- [12] 劳传忠. 储粮害虫书虱生物学生态学特性的研究进展[J]. 安徽农学通报(上半月刊). 2012, 18(11): 111-112. ☉