

# 几种储粮害虫对黄色和蓝色的趋避性研究

汪中明<sup>1</sup>, 齐艳梅<sup>2</sup>, 李燕羽<sup>1</sup>, 郑丹<sup>1</sup>, 曹阳<sup>1</sup>

(1. 国家粮食局科学研究院, 北京 100037; 2. 北仑区粮食总公司, 浙江 宁波 315800)

**摘要:**采用校正趋色法在实验室条件下,研究了赤拟谷盗、杂拟谷盗、米象、玉米象、嗜卷书虱、无色书虱6种储粮害虫对黄色和蓝色的趋向性行为反应。研究发现,黄色和蓝色对不同储粮害虫的诱集效果大多存在显著性差异,黄色仅对赤拟谷盗表现出稳定的诱集效果,最高诱集率为19.76%;蓝色在无食源时对杂拟谷盗、玉米象、嗜卷书虱和米象均呈现明显的诱集效果,最高诱集率分别为39.9%、28.6%、24.6%和22.6%;书虱大多呈趋避反应。但食物源的存在对颜色的诱集作用具有明显的干扰效果。在加入食物源背景之后,黄色对赤拟谷盗的诱集率大幅下降,对杂拟谷盗和玉米象的诱集率明显上升;蓝色对赤拟谷盗的诱集效果上升为最强。而杂拟谷盗却由诱集变为趋避。研究表明,黄色和蓝色对储粮害虫的诱集效果会被外界因素干扰,可为利用色彩进行诱捕的设备研发提供思路。

**关键词:**蓝色;黄色;储粮害虫;诱集

**中图分类号:**S 379.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2018)01-0084-04

## Study on phototaxis of several stored grain pests to yellow and blue

WANG Zhong-ming<sup>1</sup>, QI Yan-mei<sup>2</sup>, LI Yan-yu<sup>1</sup>, ZHENG Dan<sup>1</sup>, CAO Yang<sup>1</sup>

(1. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100073;

2. Beilun District Grain Corporation, Ningbo Zhejiang 315800)

**Abstract:**The tropism of six kinds of stored grain pests, *Tribolium castaneum*, *T. confusum*, *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais*, *Liposcelis bostrychophila*, *L. decolor* to yellow and blue was researched under laboratory condition by color correction. The results showed that there were significant differences among most of the trapping effect of yellow and blue to different pests. The trapping effect of yellow only appeared stable to *Tribolium castaneum* with the highest trapping rate of 19.76%. The significant trapping effect of blue appeared to *T. confusum*, *S. zeamais*, *L. bostrychophila* and *S. oryzae* as without food source, with the trapping rates 39.9%, 28.6%, 24.6%, 22.6%, respectively; *Liposcelis* most showed phototaxis reaction. Food as a background has obvious interfere on the trapping effect. After adding a food source as a background, the trapping rate of yellow to *T. castaneum*, *T. confusum* and *S. zeamais* increased significantly; the increase of trapping effect of blue to *T. castaneum* was the top one. While to *T. confusum* changed from trapping to elude. The results showed that the trapping effect of yellow and blue to stored grain insects was interfered by extraneous factors, which provided ideas for the research and development of equipment for trapping by color and light waves.

**Key words:**blue;yellow;stored grain pest;trapping

昆虫对不同色彩具有不同的趋向性。农业上

常利用昆虫的趋色性诱集昆虫,用于害虫测报,或作为害虫防治措施,以降低成虫数量<sup>[1-2]</sup>。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。昆虫对颜色的趋性是其在进化过程中形成的主要特征之一,利用昆虫对颜色的趋性进行

收稿日期:2017-07-21

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0401000-2);国家粮食公益专项(201513002-01);国家国际科技合作项目(2013DFA31960)

作者简介:汪中明,1971年出生,男,副研究员。

通讯作者:曹阳,1958年出生,男,研究员。

害虫防控具有低毒、环保的特点。随着无公害农产品生产及害虫防治科学的发展,害虫对颜色的趋性及其应用技术取得了较大研究进展<sup>[3-7]</sup>,但对储粮害虫诱集作用研究的相关报道甚少。Semeao等<sup>[8]</sup>在对赤拟谷盗、杂拟谷盗对竖黑处反应的研究中发现,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,在诱捕器摆放位置后边竖黑色柱子或者是将诱捕器放在光线较暗的建筑结构旁边,可以提高诱捕器诱捕效果。姚渭等<sup>[9]</sup>在利用趋光性测定装置测定了黄色、红色、绿色、紫色及蓝色光对赤拟谷盗、杂拟谷盗、玉米象、谷蠹、长头谷盗、锯谷盗、长角扁谷盗和锈赤扁谷盗的诱集作用,发现不同颜色的光波对8种储粮害虫均有一定的影响。而关于色彩对储粮害虫诱集作用的研究报道也仅限于此。

针对目前在农业害虫防治上应用最为广泛的黄板和蓝板,在实验室条件下,研究不同影响因子下这2种颜色对几种主要储粮害虫的诱集作用,为探索基于色彩的诱集技术和装备应用于储粮害虫的监测和防治提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

#### 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);国家粮食局科学研究院粮油储藏技术研究所试虫饲养室饲养,羽化后1至2周的赤拟谷盗、杂拟谷盗成虫。全麦粉过60目筛后,分为粗粉和细粉2部分,分别与酵母粉按19:1的比例混合均匀,作为饲料。

米象 *Sitophilus oryzae* (L.) (四川)、玉米象 *Sitophilus zeamais* (motschnsky) (新疆);国家粮食局科学研究院粮油储藏技术研究所试虫饲养室饲养,羽化后1至2周的米象、玉米象成虫。饲料为13.5%~14.5%水分的净麦。

嗜卷书虱 *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (北京)、无色书虱 *Liposcelis decolor* (Pearman) (重庆);国家粮食局科学研究院粮油储藏技术研究所试虫饲养室饲养,羽化后1至2周的嗜卷书虱、无色书虱成虫。将全麦粉过80目筛,筛出细粉,然后用细粉、酵母粉、脱脂奶粉以1:1:1的比例配合,混合均匀,作为饲料。

#### 1.1.2 食源

全麦:筛检小麦,去除其中的杂质及霉变粒;然后用清水清洗小麦,将洗净的小麦平摊于白瓷盘

中,置于烘箱中烘干,在烘干过程中要对其进行翻动,以保证小麦的水分均衡。调水,当小麦的水分调至调至14%±0.5%时,可用干净塑料袋装好,置于冰箱冷冻层,至少一昼夜后方可作为全麦使用。

碎麦:将水分含量为14%±0.5%的全麦经多功能粉碎机粉碎10s后,过2.5mm筛,取筛上的碎麦作为实验食源。

#### 1.1.3 其他材料

多功能粉碎机:廊坊京潮鑫港酒店设备有限公司;聚四氟乙烯:上海三爱富新材料股份有限公司;培养皿(φ20cm)、选筛(φ2.5mm)、彩纸(蓝色、黄色)。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 无食源条件下2种颜色对6种试虫的诱集作用

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20cm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6cm小培养皿中,倒扣于贴好彩纸的培养皿中间,待其适应30s后,取出小培养皿,让其自由活动。实验开始后,每隔2h观察记录彩纸或白纸上的试虫数量。每个颜色设置5组重复。以全白色培养皿中试虫自然活动规律作为对照。

### 1.2.2 小麦为食源条件下2种颜色对6种试虫的诱集作用

在无食源条件的基础上,再于培养皿中心部位外部粘贴直径3cm的纯白色圆片;称取10g碎麦(米象和玉米象使用全麦)装入无色无味的尼龙纱网内(尼龙纱网孔径1.5mm,满足试虫无障碍出入网内粮堆,且粮食不外溢),放于培养皿内中心白色圆片上。挑取试虫成虫50头放置于试虫活动平台中心部位的粮堆内,每隔2h观察记录。每组实验做5组重复。以全白色+碎麦的培养皿中试虫自然活动规律作为对照。

## 1.3 数据处理

诱集率/% = 各色聚集试虫数量/50 × 100

对照诱集率/% = 停留在白纸上的试虫数量/50 × 100

校正诱集率/% = (彩色诱集率 - 对照诱集率) / (1 - 对照诱集率) × 100

数据采用Microsoft Excel处理,并用DPS软件进行多重比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 6种试虫对黄色的趋向性行为反应

6种试虫中,赤拟谷盗、杂拟谷盗为近缘种,米象、玉米象为近缘种,嗜卷书虱和无色书虱同属

啮齿目书虱科。如图1所示,在无食源存在的条件下,黄色对赤拟谷盗,无论是白天有自然光源(11:00~17:00)还是夜间完全黑暗(19:00~21:00)条件下,均有较强的诱集作用(见图1)。夜间19:00时的诱集率最高,达到19.76%;而杂拟谷盗对黄色具有一定的趋避性,夜间21:00时黄色对杂拟谷盗的趋避率最高,达到-12.29%;对米象的诱集效果随观察时间不同而变化,仅上午11:00一个观察时段,对米象有诱集作用,诱集率为8.67%,其他观察时间点,诱集率均为负值,最低诱集率为-27.56%,出现在晚上21:00诱集率;对玉米象,夜间完全黑暗条件下明显较白天有光源条件下的诱集率高,夜间19:00时诱集率最高,为17.14%;黄色对2种书虱均有一定程度的趋避作用,对无色书虱的趋避作用强于嗜卷书虱,19:00时对无色书虱的趋避率最高为-48.60%。

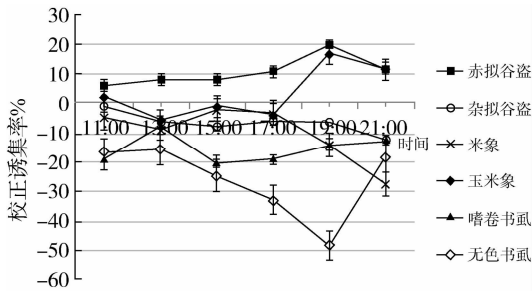


图1 无食源条件下黄色对6种储粮害虫分布的影响

增加小麦作为食源,观察黄色对6种试虫自然活动规律的影响。由图2可知,6种储粮害虫对黄色的趋向行为有了明显的变化。杂拟谷盗和玉米象,无论是白天有自然光源(11:00~17:00)还是夜间完全黑暗(19:00~21:00)条件下,均有平稳较强的诱集作用,下午15:00时黄色对杂拟谷盗的诱集率最高,达到14.08%,9:00时对玉米象诱集率最高,为12.50%;而赤拟谷盗、米象、嗜卷书虱对黄色产生了一定的趋避性,黄色对赤拟谷盗的趋避性随时间变化呈增强趋势,21:00时趋避率最高,为19.23%。

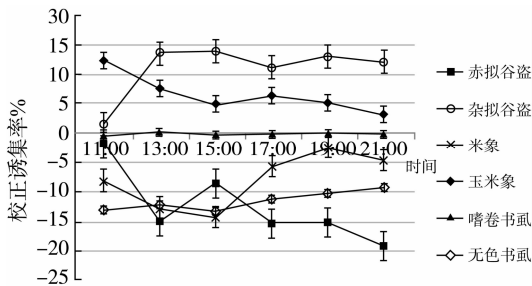


图2 有食源条件下6种储粮害虫对黄色趋向行为反应

## 2.2 6种试虫对蓝色的趋向性行为反应

由图3可知,蓝色对于赤拟谷盗,诱集率随时间变化呈直线下下降趋势,下午13:00以后开始成负值,

夜间21:00时蓝色对赤拟谷盗的诱集率最低,达到-30.49%;对杂拟谷盗的诱集率比较高且平稳,17:00时诱集率相对最高,为39.90%;对米象和玉米象的诱集率随观察时间的不同呈波浪形起伏,玉米象浮动略大于米象,对米象的最大诱集率为17:00时的22.60%,对玉米象的最大诱集率为15:00时的28.68%;对嗜卷书虱,诱集率仅下午15:00~17:00间为负值,其他观测时间点均为正值,说明无食源白色背景条件下,蓝色在上午和晚上均对嗜卷书虱有一定的诱集作用,最大诱集率为9:00时的24.64%;蓝色对无色书虱,除夜间21:00为正值外,其余时间点均为负值,说明无食源白色背景条件下蓝色对无色书虱有一定程度的趋避作用,9:00时趋避率最高为-28.36%。

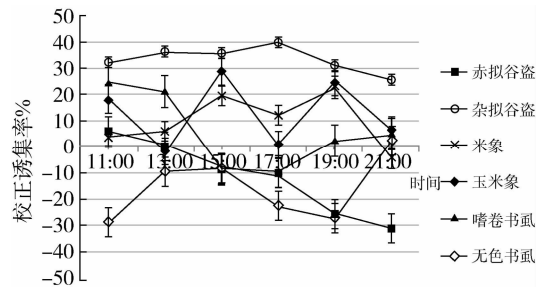


图3 无食源条件下蓝色对6种储粮害虫分布的影响

由图4可知,小麦为食源条件下,蓝色对6种试虫自然活动规律的影响。相对于其他5种试虫,蓝色对赤拟谷盗的诱集率无论是白天有自然光源(11:00~17:00)还是夜间完全黑暗(19:00~21:00)条件下,均持续平稳最高,下午15:00时蓝色对赤拟谷盗的诱集率达到最大值,为36.56%。姚涓涓等对8种储粮害虫进行5种光的趋性研究,同样发现有食源条件下蓝光对杂拟谷盗有较强的诱集作用<sup>[9]</sup>。

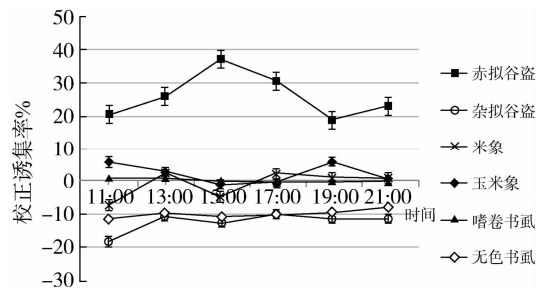


图4 有食源条件下蓝色对6种储粮害虫的分布的影响

本研究增加食物源因素是基于模拟储粮害虫实仓环境的考虑,结果发现食物源背景的存在对色彩的诱集效果影响巨大,探究其原因,一方面可能是由于食物本身的颜色作为背景色,改变了昆虫视觉的识别;另一方面也可能是食物源的存在,除了视觉因素,昆虫的嗅觉、触觉等生理因素都参与了

昆虫的行为反应。虽然目前还不清楚食物源背景是如何对昆虫行为产生影响,但至少提醒我们在昆虫对颜色的行为反应研究过程中,需要注意和考虑多种其它因素。

### 2.3 2种颜色对6种储粮害虫的校正诱集率差异性分析

由上述实验数据可知,2种颜色对不同储粮害虫的诱集率一天内随时间均有所变化,可能受一天内自然光线强弱变化影响,造成实验色彩色度有所变化。也可能因为不同储粮害虫一天内各时间段日活动节律不同影响<sup>[10]</sup>。

选择一天中同一时间(13:00)对各试虫分布情况进行检测,比较黄色和蓝色对各试虫的诱集效果。表1可见,无食源条件下,黄色仅对赤拟谷盗表现为诱集作用,与其它储粮害虫相比,达到5%水平的显著性差异;对米象和无色书虱的诱集率最低,

分别为-18.4%和-15.7%。蓝色对赤拟谷盗、杂拟谷盗、米象、嗜卷书虱4种试虫均有诱集作用,其中蓝色对杂拟谷盗的诱集作用最强,为36.3%,对无色书虱的诱集率最低,为-9.5%;黄色对赤拟谷盗的诱集作用显著高于蓝色,蓝色对杂拟谷盗、米象、玉米象和嗜卷书虱的诱集作用均显著高于黄色。

增加食源因素后,黄色对杂拟谷盗、玉米象和嗜卷书虱均表现出了诱集作用,对杂拟谷盗的诱集率最高,为13.7%,对赤拟谷盗、米象和无色书虱表现为趋避性。蓝色也对4种储粮害虫具有诱集作用,但虫种与无食源条件下有所变化,对杂拟谷盗表现出了趋避作用,而对玉米象表现出了诱集作用,且蓝色对赤拟谷盗的诱集作用最高,为25.6%,显著高于其他试虫。黄色对杂拟谷盗和玉米象的诱集作用显著高于蓝色,而蓝色对赤拟谷盗、米象的诱集作用显著高于黄色。

表1 下午13:00时2种颜色对6种储粮害虫的校正诱集率差异性情况

虫种	每次试虫量/头	重复次数	校正诱集率/%			
			无食源黄色	有食源黄色	无食源蓝色	有食源蓝色
赤拟谷盗	50	5	8.1 ± 7.8aAB	-15.0 ± 7.9cC	1.0 ± 0.5cB	25.6 ± 12.9aA
杂拟谷盗	50	5	-5.6 ± 3.7abC	13.7 ± 5.2aB	36.3 ± 5.6aA	-10.7 ± 2.8cC
米象	50	5	-18.4 ± 4.0bC	-12.8 ± 1.9cC	6.0 ± 4.9bcA	2.0 ± 1.1bAB
玉米象	50	5	-5.7 ± 4.9abB	7.8 ± 2.8abA	-1.6 ± 0.7cAB	3.3 ± 2.9bAB
嗜卷书虱	50	5	-7.2 ± 5.8abC	0.4 ± 0.4bB	21.7 ± 11.3abA	0.8 ± 0.5bB
无色书虱	50	5	-15.7 ± 4.8bA	-12.3 ± 0.91cA	-9.5 ± 5.9dA	-9.6 ± 2.4cA

本研究结果中2种书虱无论食物源存在与否的情况下对2种颜色均呈现驱避现象,这与New(1987)<sup>[10]</sup>报道的结果一致。而齐艳梅(2015)<sup>[11]</sup>等报道黄色粘虫板在实仓中对书虱具有较好的诱捕效果,可能与粘虫板的其它物理特性导致书虱产生的趋向性行为反应,比如粘虫板上的胶水引起的水分和温度的变化,而书虱有喜潮的习性,因此,基于色彩诱集的粘虫板的诱集原理还需要进一步的探索。

### 3 结论

研究发现黄色在无食源时仅对赤拟谷盗表现出稳定的诱集效果,对无色书虱呈现出较明显的趋避效果。在加入食物源背景之后,黄色对赤拟谷盗的诱集率大幅下降,而对杂拟谷盗和玉米象的诱集率明显上升。蓝色在无食源时对杂拟谷盗、玉米象、嗜卷书虱和米象均呈现明显的诱集效果,在加入食物源背景之后,蓝色对赤拟谷盗的诱集效果上升为最强。而杂拟谷盗却由诱集变为趋避。6种储粮害虫对黄色和蓝色趋向性行为反应因时间、光照强度、食源等因素而变化。

#### 参考文献:

[1]傅建炜,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].福建农林大学学报,2004,33(4):438-440.  
 [2]冯宜林.黄色粘虫板诱杀斑潜蝇技术研究[J].甘肃农业科技,2003,11:47-48.  
 [3]何海军,纪伟波,赵松涛,等.水稻潜叶蝇对不同颜色的趋性[J].江苏农业科学,2012,40(7):128-151.  
 [4]刘丰静,曾明森,王庆森,等.生态诱虫板对茶假眼小绿叶蝉和黑刺粉虱的控制效果[J].茶叶科学简报,2010(2):4-6.  
 [5]李联地,赵志新,张岩,等.梨茎蜂防治实验初报[J].河北林业科技,2009(3):19-26.  
 [6]姚雍静,王家伦,何莲,等.黄色诱虫板对茶小绿叶蝉的诱捕效果研究[J].茶叶,2010,36(2):90-92.  
 [7]文吉辉,黄志农,徐志德,等.三诱技术在辣椒主要害虫防控中的应用[J].辣椒志,2010(2):26-29.  
 [8]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):88-94.  
 [9]姚渭,薛美洲,杜燕萍.八种害虫趋光性的测定[J].粮食储藏,2005,34(2):3-5.  
 [10]New T R. Biology of the Psocoptera[J]. Oriental Insects, 1987, 21: 1-109.  
 [11]齐艳梅,伍祎,汪中明,等.稻谷粮堆表层害虫活动和发展规律初探.粮油食品科技,2015,23(6):65-69. ㊟