环境昆虫学报 2022，44（1）：250－256
Journal of Environmental Entomology
http：//hjkcxb. alljournals. net
doi：10. 3969/j. issn. 1674－0858. 2022. 01. 29



秦欢，林克剑，王少山，孔利，冯丽凯. 颜色对苹果蠹蛾产卵选择性的影响[J]. 环境昆虫学报，2022，44（1）：250－256.

颜色对苹果蠹蛾产卵选择性的影响

秦 欢[1,2]，林克剑[1,3]，王少山[2]，孔 利[4]，冯丽凯[1*]

（1. 新疆农垦科学院植物保护研究所，新疆石河子 832000；2. 石河子大学农学院，新疆石河子 832000；
3. 中国农业科学院植物保护研究所，植物病虫害生物学国家重点实验室，北京 100193；4. 昌吉州农业技术推广中心，新疆昌吉 831100）

摘要： 苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* Linne 是为害苹果 *Malus pumila* Mill.、梨 *Pyrus* spp.、桃 *Amygdalus persica* L. 等仁果类和核果类果树的重要蛀果害虫之一。为明确寄主颜色在苹果蠹蛾产卵中的作用，本文研究了不同颜色对苹果蠹蛾雌成虫产卵选择性的影响。试验采用彩色硫酸纸模拟寄主颜色，以白色为参比色，室内在不同基质颜色条件下连续饲养苹果蠹蛾成虫，测定其产卵量和计算产卵选择率。结果显示，苹果蠹蛾羽化后第 2 天开始产卵，基质颜色对苹果蠹蛾雌成虫产卵选择率和产卵量有显著地影响，在粉红色上的产卵选择率和产卵量显著高于其它颜色，分别为 38. 24% 和 35. 0 粒，草莓红（6. 17%，5. 1 粒）和橙黄色（8. 18%，3. 5 粒）则表现一定的趋避作用。基质颜色对不同日龄苹果蠹蛾雌成虫产卵选择性亦有显著影响，7 日龄显著偏嗜浅绿色（68. 31%），其它日龄明显偏嗜粉红色，且在粉红色上日产卵量均高于其它颜色。本研究结果表明寄主颜色在苹果蠹蛾产卵选择中具有重要作用，偏好在粉红色上产卵。

关键词： 苹果蠹蛾；颜色；产卵选择；日龄
中图分类号： Q968. 1；S433　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1674－0858（2022）01－0250－07

Effect of colors on oviposition preference of codling moth, *Cydia Pomonella* Linne

QIN Huan[1,2], LIN Ke-Jian[1,3], WANG Shao-Shan[2], KONG Li[4], FENG Li-Kai[1*] (1. Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Institute of Plant Protection, Shihezi 832000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; 2. Shihezi University, College of Agriculture, Shihezi 832000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; 3. Chinese Academy of Agricultural Sciences, Institute of Plant Protection, Beijing 100193, China; 4. Changji Agricultural Technology Extension Centre, Changji 831100, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China)

Abstract: The codling moth, *Cydia pomonella* Linne, is one of the key fruit-boring pests that damage *Malus pumila* Mill., *Pyrus* spp. and *Amygdalus persica* L. and other fruits. In order to determine the role of host color in attracting the oviposition of *C. pomonella*, the present study examined the effects of various colors on the oviposition preference. Colored tracing paper was used to represent different host colors, with white as the reference color. *C. pomonella* adults were continuously raised on the substrates in different colors under laboratory conditions, and the oviposition rate and preference were estimated on the tracing paper with different colors. We found that the female started laying eggs two days after the eclosion. Oviposition rate varied with different colors, with significantly higher oviposition rate and a preference on

基金项目： 兵团科技攻关项目（2019AB023）
作者简介： 秦欢，男，在读硕士研究生，研究方向为害虫综合治理，E－mail：930686702@qq. com
* **通讯作者** Author for correspondence：冯丽凯，男，硕士，助理研究员，研究方向为害虫综合治理与抗药性研究，E－mail：fenglikaiwp@163. com
收稿日期 Received：2020－11－23；**接受日期** Accepted：2021－03－26

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

pink (averaged as 35.0 eggs and 38.07%) than that of strawberry red (averaged as 5.1 eggs and 7.56%) and that of orange yellow (averaged as 3.5 eggs and 8.37%). The latter two colors appeared to show a repellent effect on the oviposition. The substrate color also had strong effects on the oviposition preference of female adults in different age. The female adults of 7-day old were observed to prefer the light green (68.31%) substrate, while the females of other ages were more attracted to the pink substrate with much more eggs laid by a single female on pink than on the other colors. Our study clearly demonstrated that the color of the host may play an important role in determining the oviposition choice of *C. pomonella*, and they prefer to lay eggs on the site in pink.

Key words: *Cydia pomonella*; color; oviposition preference; age

苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* Linne 属鳞翅目小卷蛾科，是最具毁灭性的仁果类和核果类果树食心虫之一，原产于欧亚大陆，现分布于世界六大洲 70 多个国家几乎所有的苹果和梨产地，已被我国列为对内、对外农业植物重大检疫对象。20 世纪 50 年代在我国新疆库尔勒首次被发现报道（张学祖，1957），随后迅速蔓延至整个新疆地区，现主要在新疆、甘肃、宁夏、内蒙古、黑龙江和吉林等地区造成危害（秦晓辉等，2006；赵彤等，2017）。苹果蠹蛾主要通过幼虫蛀食果肉、果心、种子，造成大量落果和烂果。同时，蛀果排出到果皮的粪便及果屑严重影响果品品质，给果农造成了重大的经济损失。由于苹果蠹蛾钻蛀为害，幼虫生活隐蔽，药剂防治难度较大，因而需要加强对苹果蠹蛾综合防治策略的研究。

昆虫对颜色的趋性实际上是一种趋光特性，是昆虫通过头部视觉器官中的感光细胞对光波不同波长产生感应并作出相应的趋向反应（Brennan and Weibaum，2001）。这种趋向反应在种群的生存繁衍方面具有重要的生物学意义（Hussain *et al.*，1995）。产卵选择性是昆虫与寄主植物、周边环境长期协同进化的共同结果，也是这种趋向反应的重要体现（钦俊德，1995）。在自然环境中处于不同生长期、不同部位的寄主植物会呈现不同的颜色，这些部位反射的波长不同，对昆虫产卵位点的选择、产卵量亦有所差异。Omkar and Mishra (2003) 在对西南龟瓢虫 *Propylea dissecta* Mul-sant 的研究中发现，其对红色的产卵基质表现出明显的偏好；蒋瑞鑫等（2011）对孟氏隐唇瓢虫 *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant 的研究中也得到了相似结论；粘虫 *Mythimna separat* Walker 雌蛾偏好在黄褐色纸张上产卵，其产卵量和产卵次数明显高于绿色纸张（尹姣等，2007）；杨小凡等 (2014) 研究发现梨小食心虫 *Grapholita molesta* Busck 在不同颜色上的产卵量有明显差异，黄、绿颜色上的产卵量均较多。上述研究指出颜色在影响昆虫产卵选择性上占有很大的比重。目前，有关影响苹果蠹蛾产卵选择性因素的研究主要集中在性信息素及寄主挥发物的作用等方面，但寄主颜色对产卵选择性的影响和作用鲜有报道。本文通过室内模拟寄主颜色，对颜色在苹果蠹蛾成虫产卵选择中的作用进行了研究，以期为其卵期监测和开发潜在的基于颜色应用防控的新型无公害防治措施提供依据和参考。

1　材料与方法

1.1　材料

1.1.1　供试虫源

苹果蠹蛾由新疆农垦科学院植物保护研究所提供。室内采用人工饲料饲养至化蛹，化蛹后鉴别雌雄（冯丽凯等，2019），各性别集中羽化为成虫，选取当日羽化的健壮成虫用于实验。试虫在人工气候箱（宁波莱福 PQX-450A-3H）内连续饲养，饲养条件为温度 25 ± 1℃，RH65% ± 5%，光周期 L∶D = 16∶8。

1.1.2　供试材料

实验所需彩色透明硫酸卡纸购买于上海鸣志文具有限公司。主要有草莓红、粉红色、金黄色、橙黄色、浅绿色、果绿色、深绿色、天蓝色、深蓝色、黑色、紫色、白色等 12 种颜色，其中白色为实验参比色。

1.2　试验方法

试验根据果树叶片、花和果实等生长过程中发生的颜色变化，采用彩色硫酸纸模拟寄主颜色的方法，设计红、黄、绿 3 种主色，并将 3 种主色

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

分别划分为红区：草莓红、粉红色，黄区：金黄色、橙黄色，绿区：浅绿色、果绿色、深绿色等不同区段，同时搭配天蓝色、深蓝色、黑色、紫色等，共计 11 种颜色，以白色为参比色。试验在容积为 1 L 的圆柱形透明烧杯中进行，选取质地相同的彩色和白色硫酸纸分别对半铺贴于烧杯底部和侧壁。每个烧杯在两色衔接处悬挂一个 10% 蜂蜜水沾湿的脱脂棉棉球，作为成虫补充营养，杯口以纱布覆盖。

选取苹果蠹蛾 1 日龄健壮雌、雄成虫各 5 头，混合置于试验容器内待交配产卵，并置于人工气候箱内饲养。每天定时观察统计各颜色硫酸纸上的产卵量，并更换新的试验烧杯，连续观察 8 d，每个处理重复 3 次。

另外，针对苹果蠹蛾对不同颜色的产卵选择性，用光谱仪（ACTON SP-2758）测定了不同颜色硫酸卡纸的波长值（表 1）。

表 1 不同颜色硫酸纸的波长值

Table 1 Wavelength value of different colors

颜色 Color	波长（nm） Wavelength	颜色 Color	波长（nm） Wavelength
浅绿色 Light green	545	金黄色 Staphylococcus	595
果绿色 Fruit green	535	橙黄色 Orange yellow	590
深绿色 Dark green	525	天蓝色 Sky blue	470
草莓红 Strawberry red	635	深蓝色 Dark blue	460
粉红色 Pink	605	紫色 Purple	435

1.3 数据处理

产卵选择率(%) = 彩色硫酸纸上落卵量/(彩色硫酸纸上落卵量 + 白色参比色上落卵量) ×100

使用 Excel 2010 软件对苹果蠹蛾产卵量进行统计和计算，然后采用 SPSS 20 软件进行单因素方差分析（ANOVA）及 Duncan 显著性检验，并使用 Origin 7.5 软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 颜色对苹果蠹蛾产卵选择性的影响

苹果蠹蛾对不同颜色基质在产卵选择率上有明显的差异（$F = 2.724$，$P = 0.024$）。苹果蠹蛾对 11 种颜色基质的产卵选择率依次为粉红色（38.24%）>浅绿色（30.41%）>紫色（25.66%）>黑色（22.88%）>天蓝色（22.74%）>深蓝色（19.28%）>深绿色（19.52%）>果绿色（15.36%）>金黄色（12.22%）>橙黄色（8.18%）>草莓红（6.17%）（图1）。表明在这 11 种基质颜色中苹果蠹蛾产卵偏嗜粉红色、浅绿色、紫色等颜色，其次为天蓝色、深蓝色、深绿色、黑色、果绿色、金黄色、橙黄色，草莓红，其中苹果蠹蛾对草莓红和橙黄色的产卵选择性最差。

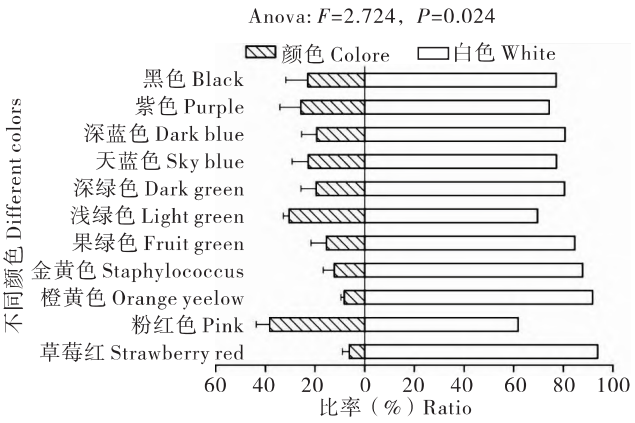


图 1 苹果蠹蛾在不同颜色基质上的产卵选择率

Fig. 1 Oviposition selectivity of *Cydia pomonella* Linne to different colors

注：产卵选择率为平均值 ± 标准误。Note: Average (mean ± SE) oviposition selectivity for *Cydia pomonella* Linne.

寄主颜色对苹果蠹蛾产卵量有显著影响，其不同颜色基质间的产卵量有一定差异（$F = 3.293$，$P = 0.004$）。各颜色基质上 8 d 的单雌总产卵量依次为粉红色（35.0粒）>深绿色（13.7粒）>深蓝色（15.5粒）>浅绿色（14.3粒）>黑色（12.6粒）>果绿色（10.8粒）>紫色（9.7粒）>天蓝色（7.5粒）>金黄色（5.2粒）>草莓红（5.1粒）>橙黄色（3.5粒），从结果分析中看，Duncan 显著性检验粉红色硫酸纸上的产卵量显著高于其它颜色基质（图2）。虽然粉红色和草莓红同属于红色区，波长

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

比较接近（草莓红 635 nm，粉红色 605 nm），但产生的作用差距很大，苹果蠹蛾产卵选择偏嗜粉红色，而对草莓红有较明显的趋避作用。

2.2　颜色对不同日龄苹果蠹蛾成虫产卵量的影响

苹果蠹蛾雌成虫于第 2 日龄开始产卵，在第 2～8 日龄中，处于 4 日龄时粉红色基质中的苹果蠹蛾雌成虫单日产卵量最多，达到了 8.67 粒，处于 7 日龄时金黄色基质的苹果蠹蛾雌成虫单日产卵量最少，仅有 0.13 粒，且苹果蠹蛾雌成虫各日龄在粉红色基质颜色上单雌产卵量均高于其余颜色基质。除橙黄色、天蓝色和紫色 3 种颜色基质外，其它各颜色基质均在 2～5 日龄时达到产卵高峰，且主要集中在第 3～4 日龄产卵。苹果蠹蛾雌成虫在粉红色、浅绿色、果绿色、深绿色和金黄色 5 种颜色基质上的产卵量在经过短暂下降后，于 7～8 日龄不同程度的有所回升。橙黄色和天蓝色两种基质均在 2 日龄时达到单日产卵最大值，而紫色基质中的苹果蠹蛾雌成虫在 8 日龄时才达到单日产卵量最大值，草莓红、金黄色、橙黄色 3 种颜色基质在 2～8 日龄的产卵阶段中，产卵量始终维持在一个较低的水平，与粉红色、浅绿色和深绿色 3 种基质在产卵量上存在明显的差异（表 2）。

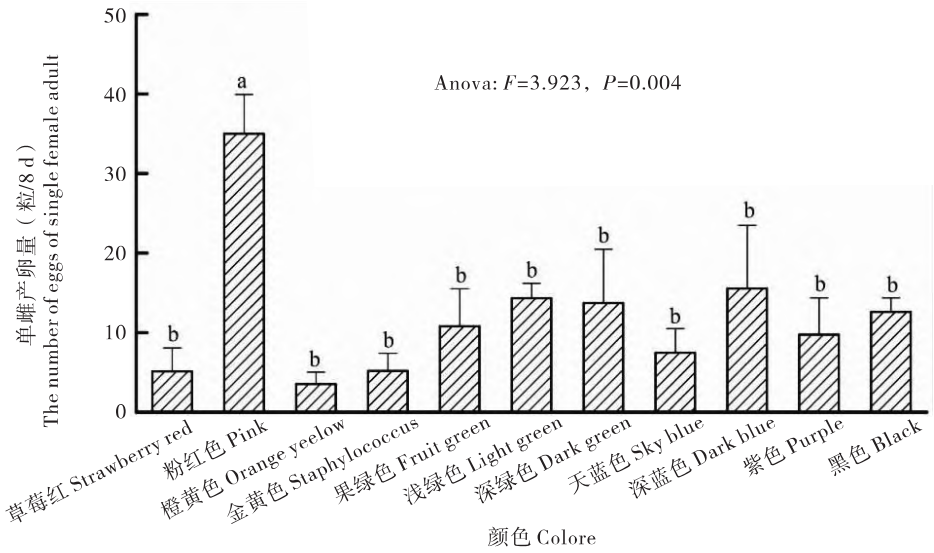


图 2　苹果蠹蛾在不同颜色基质上的产卵量

Fig. 2　The number of eggs of *Cydia pomonella* Linne to different colors

注：单雌产卵量为平均值 ± 标准误，图柱上不同小写字母表示处理间差异显著（Duncan 检验，$P < 0.05$）。

Note: Average (mean ± SE) nuber of eggs per female for *C. pomonella* Linne. Different lower-case letters on the bar indicated significant difference among different treatments (Duncan test, $P < 0.05$).

2.3　颜色对不同日龄苹果蠹蛾成虫产卵选择率的影响

在参比色为白色的条件下，不同颜色基质对不同日龄苹果蠹蛾成虫的产卵选择率有显著影响。其中 2 日龄明显偏嗜黑色、粉红色、橙黄色，其产卵选择率为 52.21%、46.44%、43.00%；3 日龄时明显偏嗜粉红色，其产卵选择率为 46.55%；4 日龄时明显偏嗜粉红色、浅绿色、深蓝色，其产卵选择率为 40.65%、40.33%、40.19%；5 日龄时明显偏嗜粉红色，其产卵选择率为 42.25%；6 日龄和 8 日龄显著性检验分析无显著偏嗜；7 日龄时显著偏嗜浅绿色，其产卵选择率为 71.43%（表 3）。从结果中可以看出，产卵期间苹果蠹蛾雌蛾主要偏嗜粉红色，随着日龄的增加，其对深蓝色的产卵选择率明显降低，对浅绿色的产卵选择率逐步提高，而对草莓红的产卵选择率持续保持较低水平。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 不同日龄苹果蠹蛾在不同颜色基质上的产卵量

Table 2 Number of eggs of different ages *Cydia pomonella* Linne to different colors

颜色 Color	单雌产卵量/粒（平均值 ± 标准误）Number of eggs of female adult (grain) (mean ± SE)						
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d
草莓红 Strawberry red	0	0.33 ± 0.24 b	0.93 ± 0.58 b	1.13 ± 1.13 b	0.93 ± 0.58 b	0.93 ± 0.41 a	0.67 ± 0.48 a	0.20 ± 0.12 a
粉红色 Pink	0	5.53 ± 0.48 a	6.87 ± 2.64 a	8.67 ± 1.05 a	5.27 ± 2.07 a	2.53 ± 0.70 a	2.33 ± 1.37 a	3.80 ± 2.32 a
浅绿色 Light green	0	0.80 ± 0.46 b	2.8 ± 0.31 ab	3.93 ± 2.03 b	1.93 ± 0.66 b	0.67 ± 0.07 a	2.67 ± 1.37 a	1.53 ± 0.35 a
果绿色 Fruit green	0	0.67 ± 0.57 b	2.47 ± 1.67 ab	2.33 ± 1.84 b	1.40 ± 0.95 b	0.93 ± 0.66 a	1.60 ± 0.81 a	1.40 ± 0.50 a
深绿色 Dark green	0	0.53 ± 0.29 b	3.07 ± 2.58 ab	0.13 ± 0.07 b	2.33 ± 1.73 ab	2.67 ± 1.92 a	2.27 ± 0.68 a	2.73 ± 0.96 a
金黄色 Staphylococcus	0	0.40 ± 0.23 b	0.93 ± 0.93 b	1.00 ± 0.42 b	0.93 ± 0.29 b	0.53 ± 0.18 a	0.13 ± 0.13 a	1.27 ± 1.17 a
橙黄色 Orange yellow	0	0.87 ± 0.41 b	0.47 ± 0.24 b	0.33 ± 0.24 b	0.40 ± 0.20 b	0.20 ± 0.12 a	0.73 ± 0.41 a	0.53 ± 0.29 a
深蓝色 Dark blue	0	2.27 ± 1.03 b	4.53 ± 2.85 ab	4.13 ± 2.37 b	1.80 ± 0.76 b	1.20 ± 0.64 a	1.07 ± 0.79 a	0.53 ± 0.29 a
天蓝色 Sky blue	0	2.07 ± 1.78 b	1.47 ± 0.84 b	0.33 ± 0.18 b	1.13 ± 0.77 b	0.20 ± 0.20 a	1.27 ± 0.66 a	1.00 ± 0.81 a
黑色 Black	0	1.73 ± 0.71 b	1.33 ± 0.88 b	1.87 ± 0.58 b	3.40 ± 1.03 ab	2.60 ± 0.92 a	1.27 ± 0.64 a	0.40 ± 0.23 a
紫色 Purple	0	0 ± 0 b	1.93 ± 1.23 ab	0.93 ± 0.58 b	0.33 ± 0.18 b	0.40 ± 0.12 a	2.73 ± 2.07 a	3.40 ± 2.51 a

注：同一列不同小写字母表示处理间差异显著（Duncan 检验，$P < 0.05$）。下表同。 Note: Different lower-case letters in the same column indicated significant difference among different treatments (Duncan test, $P < 0.05$). The same below.

表 3 不同日龄苹果蠹蛾在不同颜色基质上的产卵选择率

Table 3 Oviposition selectivity of different ages *Cydia pomonella* Linne to different colors

颜色 Color	产卵选择率（平均值 ± 标准误）The selectivity of oviposition (%) (mean ± SE)						
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d
草莓红 Strawberry red	4.55 ± 2.92 bc	4.91 ± 3.72 b	5.67 ± 5.67 b	7.29 ± 3.83 b	8.65 ± 4.99 a	7.81 ± 4.37 b	3.14 ± 1.93 a
粉红色 Pink	46.44 ± 1.69 ab	46.55 ± 21.30 a	40.65 ± 14.48 a	41.71 ± 14.45 a	36.13 ± 0.93 a	34.82 ± 11.86 b	35.62 ± 20.62 a
浅绿色 Light green	11.63 ± 5.94 abc	29.74 ± 11.96 ab	40.33 ± 3.67 a	18.29 ± 2.87 ab	29.08 ± 4.34 a	68.31 ± 9.16 a	34.84 ± 10.14 a

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续表 3 Continued table 3

颜色 Color	产卵选择率（平均值 ± 标准误）The selectivity of oviposition (%) (mean ± SE)						
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d
果绿色 Fruit green	5.55 ± 4.64 bc	24.71 ± 11.52 ab	14.00 ± 7.23 ab	9.53 ± 5.64 b	16.32 ± 8.56 a	14.75 ± 7.74 b	26.33 ± 9.81 a
深绿色 Dark green	7.79 ± 4.17 bc	23.13 ± 15.76 ab	2.20 ± 1.70 b	26.46 ± 15.79 ab	21.88 ± 12.18 a	13.93 ± 2.04 b	43.32 ± 10.66 a
金黄色 Golden yellow	26.67 ± 13.33 abc	4.96 ± 4.96 b	18.22 ± 2.13 ab	9.51 ± 0.27 b	8.97 ± 3.71 a	10.55 ± 7.86 b	24.70 ± 23.66 a
橙黄色 Orange yellow	43.00 ± 28.68 abc	7.63 ± 3.91 b	8.80 ± 6.82 ab	4.46 ± 2.82 b	3.12 ± 2.47 a	13.29 ± 7.06 b	22.62 ± 12.43 a
深蓝色 Navy blue	25.72 ± 8.46 abc	24.52 ± 6.34 ab	40.19 ± 21.82 a	14.01 ± 2.95 ab	16.79 ± 8.58 a	13.29 ± 7.06 b	8.76 ± 6.24 a
天蓝色 Sky blue	23.73 ± 12.29 abc	27.23 ± 8.56 ab	16.01 ± 11.17 ab	9.44 ± 5.36 b	25.00 ± 25.00 a	31.83 ± 18.69 b	10.56 ± 7.28 a
黑色 Black	52.21 ± 24.60 a	10.36 ± 8.10 ab	11.17 ± 0.84 ab	32.61 ± 16.59 ab	36.87 ± 25.32 a	9.86 ± 4.99 b	8.73 ± 4.83 a
紫色 Purple	0.00 ± 0.00 c	32.07 ± 9.98 ab	20.27 ± 13.35 ab	11.21 ± 5.90 b	28.97 ± 2.41 a	22.47 ± 11.90 b	22.43 ± 12.96 a

3　结论与讨论

产卵作为植食性昆虫发育史中的一个环节，对植食性昆虫的个体发育至关重要，在选择产卵位置时，昆虫主要通过嗅觉和视觉的反馈来选择和接受寄主（魏国树等，2000；于海利，2011）。根据 Kennedy（1976）研究显示，在对远距离植物的定向选择时，昆虫常缺乏种类的特异性，因此需要借助视觉来扩大探测范围，增加找到适宜食料植物和产卵位置的机会。而颜色作为视觉刺激最主要的影响因素之一，对植食性昆虫的产卵选择具有重要意义。蒋月丽等（2008）研究发现，3 种波长的绿 - 黄光照射对甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner 产卵具有抑制作用；杨小凡等（2014）研究表明，不同基质颜色对梨小食心虫产卵选择显著影响，比较偏嗜浅黄和浅绿色。本试验通过不同颜色对苹果蠹蛾产卵选择的研究发现，在白色为参比色的条件下，苹果蠹蛾在不同颜色基质上的产卵量有明显的差异，在试验的 11 种颜色基质中，苹果蠹蛾明显偏嗜粉红色，其落卵量和产卵选择率达到了 35.0 粒，38.1%，而对橙黄色和草莓红有较明显的趋避作用，其落卵量和产卵选择率分别为 5.2 粒，3.91% 和 5.1 粒，3.82%。对于同属于红色系波长相近的粉红色和草莓红，在产卵量和产卵选择上有巨大差异，其原因可能与试验所用雌成蛾的生理状态和活性有关，需要进一步研究探索。

昆虫的趋光性与其羽化日龄相关，不同羽化日龄对不同波长光的趋光性不同，棉铃虫 *Helicoverpa armigera* Hübner 雌雄成虫以 3 日龄趋光性最强，梨小食心虫成虫 3 日龄对绿光的趋性最强（魏国树等，2000；于海利，2011）。在本试验中，比较了不同颜色对 1 ~ 8 日龄苹果蠹蛾成虫产卵选择率的影响，结果显示苹果蠹蛾羽化后在第 2 日龄产卵，产卵高峰主要集中在第 2 ~ 5 日龄，与魏玉红等（2014）研究报道结果相符；苹果蠹蛾雌成虫在 7 日龄显著偏嗜浅绿色（68.31%），其它日龄主要偏嗜粉红色；苹果蠹蛾雌成虫于 2 ~ 5 日龄时在这 11 种颜色基质上的产卵量占总产卵量的 65.1%，明显低于魏玉红等（2014）研究中 91.9% 占比，其原因可能是基质颜色影响其产卵

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

量致使有差异，需进一步研究验证。

苹果蠹蛾主要以幼虫蛀食为害，隐蔽性较强，防治难度高，因而成虫期是防治的关键时期，目前，生产上化学防治是治理该虫的主要手段，比较单一且容易导致抗药性。本研究明确了颜色对苹果蠹蛾雌成虫产卵的影响，为监测成虫产卵动态和果园综合防控策略中颜色应用与诱集、药剂防治等协同作用提供了思路和科学依据，具有重要实践意义。

参考文献（References）

Brennan EB，Weinbaum SA. Psyllid reponses to colored sticky traps and the colors of juvenile and adult leaves of the heteroblastic host plant *Eucalyptus globulus* [J]. *Environmental Entomology*，2001，30（2）：365－370.

Feng LK，Liu Z，Li GF，*et al*. Morphological criteria for sexing different developmental stages of the codling moth，*Cydia pomonella*（L.）[J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*，2019，56（2）：354－360. [冯丽凯，刘政，李国富，等. 苹果蠹蛾不同虫态体征及雌雄个体的快速鉴别方法 [J]. 应用昆虫学报，2019，56（2）：354－360]

Hussain T，Siddiqui QH，Qureshi ZA，*et al*. Visual responses of *Bactrocera zonata*（Saunders）to traps of different colors [J]. *Proceedings of Pakistan Congress of Zoology*，1995，15：313－318.

Jiang RX，Zhang YH，Wu HS，*et al*. The color preference of *Cryptolaemus monttrouzieri* Mulsant（Coleoptera：Coccinellidae）on substrates [J]. *Journal of Environmental Entomology*，2011，33（2）：213－218. [蒋瑞鑫，张宇宏，吴红胜，等. 孟氏隐唇瓢虫对产卵基质的颜色选择行为研究 [J]. 环境昆虫学报，2011，33（2）：213－218]

Jiang YL，Duan Y，Wu YQ. Effects of green－yellow light with three different wavelengths on the oviposition biology of *Spodoptera exigua*（Hübner）[J]. *Journal of Plant Protection*，2008，35（5）：473－474. [蒋月丽，段云，武予清. 三种不同波长绿－黄光对甜菜夜蛾产卵生物学的影响 [J]. 植物保护学报，2008，35（5）：473－474]

Kennedy JS. Host plant finding by flying aphids [J]. *Symp. Biol. Hung.*，1976，16：121－123.

Omkar，Mishra G. Ovipositional orientation of an aphidophagous ladybird beetle，*Propylea dissecta*（Mulsant）[J]. *Insect Science and Its Appilication*，2003，23（3）：211－219.

Qin JD. Studies on insect－plant relationships：Recent trends and prospect [J]. *Acta Zoologica Sinica*，1995，41（1）：12－20. [钦俊德. 昆虫与植物关系的研究进展和前景 [J]. 动物学报，1995，41（1）：12－20]

Qin XH，Ma DC，Zhang Y，*et al*. Damage of colding moth in Northwest China [J]. *Plant Quarantine*，2006，20（2）：95－96. [秦晓辉，马德成，张煜，等. 苹果蠹蛾在我国西北发生危害情况 [J]. 植物检疫，2006，20（2）：95－96]

Wei GS，Zhang QW，Zhou MZ，*et al*. Studies on the phototaxis of *Helicoverpa armigera*（Hübner）[J]. *Journal of Biophysics*，2000，16（1）：89－95. [魏国树，张青文，周明牂，等. 不同光波及光强度下棉铃虫（*Helicoverpa armigera*）成虫的行为反应 [J]. 生物物理学报，2000，16（1）：89－95]

Wei YH，Luo JC，Liu YY，*et al*. Circadian rhythrn of adult eclosion，oviposition and hatching in the colding moth，*Cydia pomonella* [J]. *Plant Protection*，2014，40（3）：143－146. [魏玉红，罗进仓，刘月英等. 苹果蠹蛾羽化产卵及孵化的昼夜节律 [J]. 植物保护，2014，40（3）：143－146]

Yang XF，Ma CS，Fan F，*et al*. Effect of colors on oviposition preference of the oriental fruit moth，*Grapholita molesta* Busck [J]. *Acta Ecologica Sinica*，2014，34（11）：2971－2977. [杨小凡，马春森，范凡等. 颜色对梨小食心虫产卵选择性的影响 [J]. 生态学报，2014，34（11）：2971－2977]

Yin J，Xue YG，Qiao HB，*et al*. The significance of oviposition site selection and effect of color in orientation by oriental armyworm，*Mythimna separata* Walker [J]. *Acta Ecologica Sinica*，2007，27（6）：2483－2489. [尹姣，薛银根，乔红波，等. 粘虫（*Mythimna separata* Walker）选择产卵场所的意义及颜色在定位中的作用 [J]. 生态学报，2007，27（6）：2483－2489]

Yu HL. The Phototaxis of *Grapholita molesta* Busck and the Effect of Green Light on its Biological Characteristics [D]. Yangling：*Northwest A & F University*，2011. [于海利. 梨小食心虫 *Grapholita molesta* Busck 的趋光性及绿光对其生物学特性的影响 [D]. 杨陵：西北农林科技大学，2011]

Zhang XZ. Taxonomic notes on the colding moth，*Carpocapsa pomonella* L. in Sinkiang [J]. *Acta Entomologica Sinica*，1957，7（4）：467－472. [张学祖. 苹果蠹蛾（*Carpocapsa pomonella* L.）在我国的新发现 [J]. 昆虫学报，1957，7（4）：467－472]

Zhao T，Wang DY，Liu WH，*et al*. Control of *Cydia pomonella* by mating disruption pheromones [J]. *Plant Protection*，2017，43（6）：207－212. [赵彤，王得毓，刘卫红，等. 迷向防治技术对苹果蠹蛾的田间防治效果 [J]. 植物保护，2017，43（6）：207－212]

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net