

不同产卵基质对大草蛉产卵生物学的影响

蒋立奔¹, 须秋静¹, 唐冬兰¹, 唐泉¹, 韩金龙¹, 童晓利¹, 张普娟¹, 陆珍珍², 曹荣祥^{1*}

(1. 江苏丘陵地区南京农业科学研究所, 江苏南京 210046; 2. 南京市江宁区植保植检站, 江苏南京 211122)

摘要 为了探索大草蛉对不同基质的产卵偏好性, 选择7种不同颜色与质地的产卵基质, 探索在室内自然环境条件下, 大草蛉在不同基质上的产卵生物学特性。结果表明, 大草蛉对白色基质有产卵偏好性, 白纸和白色网布上产卵总量显著高于其他处理, 均值分别为675.7和634.0粒; 白纸上有效产卵天数最长, 平均为33.3 d; 但白纸和白色网布上雌成虫寿命并非最长, 绿色网布、白纸、透明PET膜、荧光黄网布、黄色网布、棕色养蚕油纸和白色网布的寿命从大到小依次为50.0、49.0、48.7、47.3、42.7、29.7和26.7 d。另外, 各处理在4月27日(平均温度为22.7℃, 相对湿度为50.5%)产卵量有明显高峰。该研究为提高大草蛉人工饲养效率和卵的收集效率提供理论依据。

关键词 大草蛉; 人工饲养; 产卵; 产卵基质

中图分类号 S476.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)06-0117-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.06.026



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Different Oviposition Substrates on Oviposition Biology of *Chrysopa pallens*

JIANG Li-ben, XU Qiu-jing, TANG Dong-lan et al (Nanjing Institute of Agricultural Sciences in Jiangsu Hilly Area, Nanjing, Jiangsu 210046)

Abstract To explore their oviposition preference for different substrates, seven oviposition substrates of different colors and textures were selected in this study to explore the oviposition biology of *Chrysopa pallens* on different substrates under indoor natural environmental conditions. The total number of eggs laid on white paper and white mesh was significantly higher than in the other treatments, with a mean of 675.7 and 634.0 eggs, respectively; the number of effective spawning days on white paper was the longest, with an average of 33.3 days; but the life span of female adults on white paper and white mesh was not the longest, and the life span was 50.0, 49.0, 48.7, 47.3, 42.7, 29.7 and 26.7 days in the following order of magnitude: green mesh, white paper, transparent PET film, fluorescent yellow mesh, yellow mesh, brown oiled paper for rearing of silkworms, and white mesh. In addition, there was an obvious spawning peak in each treatment on 27 April (average temperature of 22.7℃ and relative humidity of 50.5%). This study provides a basis for improving the artificial rearing efficiency and egg collection efficiency of *Chrysopa pallens*.

Key words *Chrysopa pallens*; Artificial rearing; Oviposition; Spawning substrates

大草蛉 [*Chrysopa pallens* (Rambur)] 属脉翅目草蛉科 (Chrysopidae), 是一类常见的优势天敌昆虫。其成虫和幼虫均可捕食蚜虫^[1-3]、烟粉虱^[4]、蓟马^[5]、叶螨^[6]、鳞翅目卵及低龄幼虫^[7]等多种农林害虫, 具有捕食量大、攻击力强、产卵量大、分布范围广等优点, 是害虫生物防治中极具应用价值的天敌昆虫^[7]。为了更好地利用大草蛉, 关于大草蛉的生物学特性、捕食能力、滞育、人工饲料等方面已取得部分进展^[8-10]。

产卵基质和环境颜色是影响昆虫产卵活动的因子^[11-12]。环境颜色可以影响昆虫的产卵行为, 对其昆虫的产卵前期、产卵期、交配率、成虫寿命及产卵量等重要产卵生物学特性均有显著影响^[13-14]。如菜粉蝶产卵时对兰色和蓝绿色反应强烈^[15], 螭蝽在白色产卵基质中产卵期最长^[16]。研究表明大草蛉成虫对不同颜色会有不同的趋性行为, 对透明材质诱捕器趋性最强, 对红色、绿色的趋性最弱^[17], 白色光可引发大草蛉较明显的趋光性行为^[18]。但有关大草蛉在人工饲养条件下不同产卵基质筛选方面的研究较少^[19]。笔者比较了7种不同基质作为大草蛉产卵基质的适合性, 为提高大草蛉人工大规模饲养效率和卵的收集效率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验昆虫 供试大草蛉采自江苏丘陵地区南京农业科学研究所仙林基地, 在实验室可控昆虫培养箱中[光周期为16 L:8 D, 温度(25±2)℃]以豌豆修尾蚜 (*Megoura japonica* Matsumura) 活体饲喂多代。

1.2 试验材料 分别采用孔径为2.5 mm的绿色网布(R:G:B=140:230:115)、白色网布(R:G:B=250:250:240)、荧光黄色网布(R:G:B=200:255:80)、黄色网布(R:G:B=255:230:50)、白纸、透明PET膜、棕色养蚕油纸7种不同产卵基质。将PET膜卷成直径15 cm、高25 cm的长筒状产卵容器, 两端用圆形海绵密封, 将不同产卵基质用不干胶粘于PET膜内壁。

1.3 试验方法 设置7个处理, 每个处理3个重复。将大草蛉初孵幼虫用豌豆修尾蚜饲养于50 cm×50 cm×50 cm的养虫笼内, 待其羽化为成虫后, 放入45 cm×45 cm×45 cm的交尾笼内, 交配成功后, 取交配后的雌成虫放入设置的产卵容器内, 每个产卵容器内放入一个雌成虫, 每天投喂足量的豌豆修尾蚜, 并清除容器内的蚜虫尸体, 保持产卵环境清洁, 并用棉球补充20%的蜂蜜水。记录每天的产卵量和环境温湿度(温湿度由温湿度记录仪每隔6 h自动记录一次), 直至大草蛉死亡, 统计产卵总量、雌成虫寿命、有效产卵天数。

1.4 数据分析 利用DPS数据分析软件进行差异显著性分析, 对产卵总量、雌成虫寿命、有效产卵天数进行单因素方差分析, 用Tukey法进行差异显著性比较。

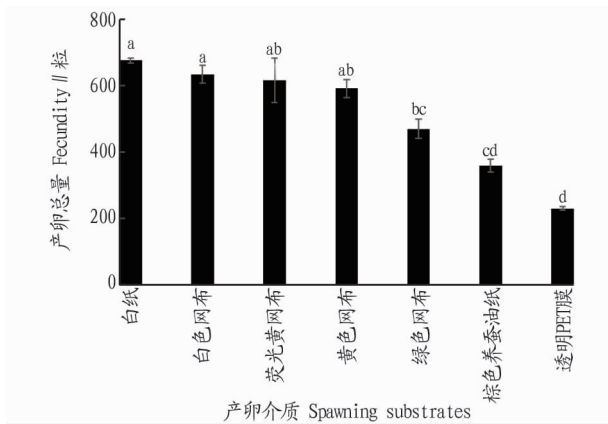
基金项目 亚夫科技服务项目(KF(20)1021); 江苏现代农业产业技术体系建设项目(JATS[2021]008)。

作者简介 蒋立奔(1985—), 男, 江苏徐州人, 助理研究员, 博士, 从事果树病虫害绿色防控技术研究。*通信作者, 副研究员, 从事草莓栽培与生理研究。

收稿日期 2021-11-02

2 结果与分析

2.1 大草蛉在不同产卵基质上的产卵总量 不同产卵基质上产卵总量存在显著差异 ($F=26.72, df=6, 14, P<0.01$)。产卵总量从高到低依次为白纸 (675.7 粒)、白色网布 (634.0 粒)、荧光黄网布 (616.0 粒)、黄色网布 (591.3 粒)、绿色网布 (469.7 粒)、棕色养蚕油纸 (358.3 粒)、透明 PET 膜 (230.0 粒)。白纸、白色网布、荧光黄网布和黄色网布处理产卵量之间无显著差异,但均显著高于透明 PET 膜和棕色养蚕油纸的处理 (图 1)。



注:不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters indicated significant difference ($P<0.05$)

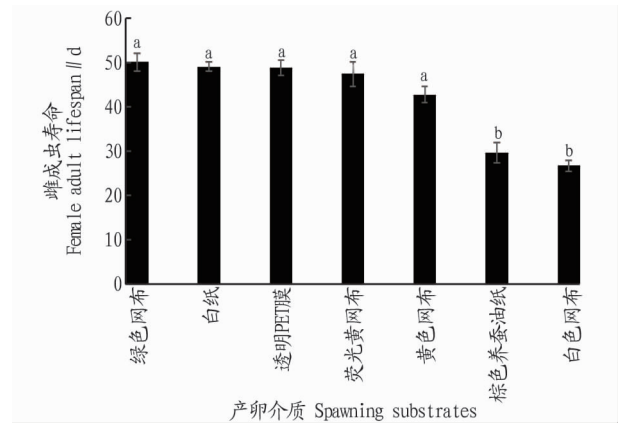
图 1 不同处理大草蛉产卵量

Fig.1 Oviposition of *Chrysopa pallens* under different treatments

2.2 大草蛉在不同产卵基质中的寿命 由图 2 可知,大草蛉在不同产卵基质中的寿命有显著差异 ($F=26.89, df=6, 14, P<0.01$),绿色网布、白纸、透明 PET 膜、荧光黄网布、黄色网布、棕色养蚕油纸和白色网布的寿命从大到小依次为 50.0、49.0、48.7、47.3、42.7、29.7 和 26.7 d。绿色网布、白纸、透明 PET 膜、荧光黄网布、黄色网布处理间大草蛉寿命无显著差异,但显著高于棕色养蚕油纸和白色网布处理的寿命,棕色养蚕油纸和白色网布处理间无显著差异。

2.3 大草蛉在不同产卵基质中的有效产卵天数 不同产卵基质中,大草蛉有效产卵天数之间存在显著差异 ($F=7.06, df=6, 14, P<0.01$) (图 3),各处理有效产卵天数从大到小依次为白纸、荧光黄网布、黄色网布、白色网布、绿色网布、透明 PET 膜、棕色养蚕油纸,其值依次为 33.3、33.0、28.7、25.3、25.0、20.0 和 19.7 d。其中,白纸、荧光黄网布、黄色网布、白色网布和绿色网布产卵基质间有效产卵天数无显著差异,白纸和荧光黄网布处理的有效产卵天数显著高于透明 PET 膜和棕色养蚕油纸,透明 PET 膜和棕色养蚕油纸之间的有效产卵天数无显著差异。

2.4 大草蛉在不同产卵基质中的日产卵量变化 从图 4 可以看出,不同产卵基质中平均每日产卵量不同,产卵量随着时间变化上下波动,并存在产卵高峰期,4 月 16—17 日出现第一个产卵高峰,最高产卵量为白色网布处理,产卵量为 49.3 粒;4 月 27 日出现明显产卵峰值,除透明 PET 膜处理没

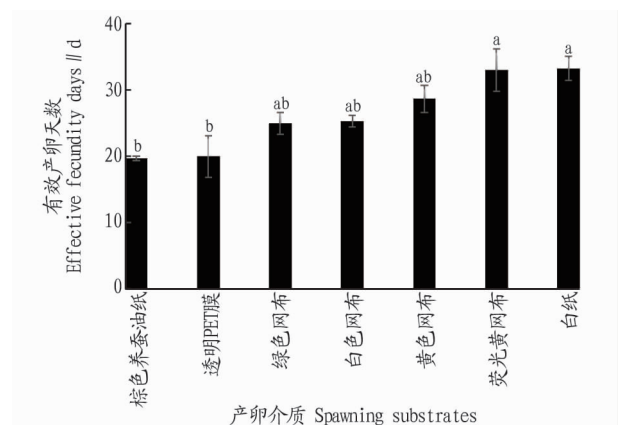


注:不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters indicated significant difference ($P<0.05$)

图 2 不同处理大草蛉寿命

Fig.2 Life span of *Chrysopa pallens* under different treatments



注:不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters indicated significant difference ($P<0.05$)

图 3 不同处理大草蛉有效产卵天数

Fig.3 Effective fecundity days of *Chrysopa pallens* under different treatments

有产卵外,其他处理均出现日产卵量的峰值,黄色网布、白色网布、白纸、绿色网布、棕色养蚕油纸和荧光黄网布产卵量分别为 50.7、48.7、42.0、41.0、40.0、34.0 粒。

3 讨论

产卵行为是昆虫繁衍后代的行为之一,环境中物理信号和化学信号对雌虫产卵选择性有一定影响^[11]。研究表明,昆虫对寄主的产卵选择与寄主的持嫩度、颜色、品种、硬度等因素密切相关^[20-21]。产卵基质能显著影响昆虫的产卵量、成虫寿命和产卵期^[22-25]。该研究结果表明产卵基质不但影响大草蛉产卵量和有效产卵天数,白色的产卵基质中产卵总量最高,白纸处理有效产卵天数最长。这与其他昆虫的研究结果一致,即白色可以促进昆虫的产卵行为,如蠨蛛在白色产卵基质的环境中产卵期最长^[16]。研究表明,白光和长日照条件下黄斑盘瓢虫的产卵能力显著高于黄、蓝和红光^[26]。狭臀瓢虫、龟纹瓢虫和六斑月瓢虫对白光均具有较强趋性^[27-28]。白色对一些害虫,如家蝇、黄曲条跳甲、水稻潜叶蛾

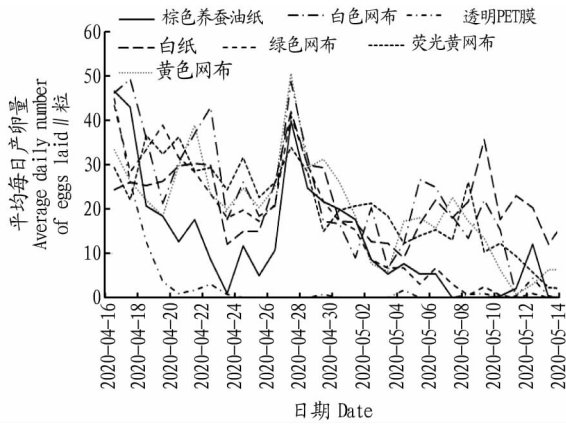


图4 不同处理大草蛉平均每日产卵量

Fig.4 Average daily number of eggs laid of *Chrysopa pallens* under difference treatments

和、桉树枝瘿姬小蜂和桃小食心虫也有较强的吸引力和产卵趋性^[25, 29-32]。在草蛉研究领域,白光也能引发中华通草蛉光强度行为反应^[33],大草蛉对白光刺激具有光强度行为反应,其趋光率随光强度增加而增大^[34]。但研究表明,基质颜色对大草蛉产卵总量无显著影响,紫红色和红色衬纸上产卵比例高于其他颜色基质^[20]。这可能是由于该研究是将不同颜色基质放在同一个产卵容器内,不同于该研究每个产卵容器放置一种颜色基质的单色试验。

颜色对昆虫的寿命也会产生影响。研究表明,井上蛀果斑螟在绿色背景下雌虫寿命均最短,红色背景下最长^[22]。韭菜迟眼蕈蚊雌雄成虫寿命均在棕色环境下最长,橙色环境下最短^[23];同种波长LED,不同颜色产卵基质处理桉树枝瘿姬小蜂,雌成虫寿命在蓝色背景下最长,绿色背景次之^[25]。该研究结果表明基质颜色显著影响大草蛉的寿命,绿色网布、白纸、透明PET膜、荧光黄网布、黄色网布5个处理的大草蛉寿命显著高于棕色养蚕油纸和白色网布的处理,颜色对不同昆虫寿命的影响不同,原因可能是由于不同昆虫的复眼结构^[35]、习性和生理等特点不同,从而导致每种昆虫均有特定的光反应行为。

综上所述,昆虫对不同颜色的反应不同,并会影响昆虫的诸多生物学特性^[26, 35-36]。所以需要针对特定天敌种类探索并筛选出最适合天敌昆虫繁育的产卵基质。在大草蛉人工繁育的过程中应充分考虑环境颜色的设置,可以通过产卵基质颜色的筛选提高大草蛉繁殖效率和卵收集效率,对促进大草蛉人工规模化繁育具有重要意义。

参考文献

[1] 高旭晖,梁丽云,杨云秋,等.茶蚜主要捕食性天敌种类、发生规律及其保护和利用[J].茶业通报,2009,31(2):59-61.
 [2] 邹运鼎,李桂亭,周夏芝,等.饥饿对大草蛉雄成虫捕食作用的影响[J].应用生态学报,2000,11(6):848-850.
 [3] 赵琴,陈婧,刘凤想,等.大草蛉对桃蚜和夹竹桃蚜的捕食作用研究[J].环境昆虫学报,2008,30(3):220-223.
 [4] 刘爽,王魁,刘佰明,等.大草蛉幼虫对烟粉虱的捕食功能反应及捕食行为观察[J].中国农业科学,2011,44(6):1136-1145.
 [5] 魏洪义,詹根祥,沈荣武,等.大草蛉对桑蓟马捕食作用初报[J].江西农业大学学报,1994,16(6):84-86.

[6] 赵敬钊.大草蛉生物学特性研究[J].植物保护学报,1988,15(2):123-127.
 [7] 刘凤想,焦彦成,邓艳东,等.草间钻头蛛、大草蛉和中华通草蛉对茶尺蠖、小绿叶蝉的选择效应[J].四川动物,2007,26(3):497-500.
 [8] 党国瑞,张莹,陈红印,等.人工饲料对大草蛉生长发育和繁殖力的影响[J].中国农业科学,2012,45(23):4818-4825.
 [9] 程丽媛,张艳,陈珍珍,等.光周期和温度对大草蛉滞育解除及滞育后发育和繁殖的影响[J].昆虫学报,2017,60(3):318-327.
 [10] YU L Y, CHEN Z Z, ZHENG F Q, et al. Demographic analysis, a comparison of the jackknife and bootstrap Methods, and predation projection: A case study of *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae) [J]. Journal of economic entomology, 2013, 106(1):1-9.
 [11] 张贺贺,陈家骅,季清娥,等.影响昆虫产卵行为的因素及其应用研究概述[J].环境昆虫学报,2015,37(2):432-440.
 [12] 涂小云,陈元生,支忆.LED光源对昆虫行为学和生物学特性的影响[J].植物保护,2014,40(2):11-15.
 [13] LOBDELL C E, YONG T H, HOFFMANN M P. Host color preferences and short-range searching behavior of the egg parasitoid *Trichogramma ostrini-ae* [J]. Entomologia experimentalis et applicata, 2005, 116(2):127-134.
 [14] 董子舒,张玉静,段云博,等.植食性昆虫产卵寄生选择影响因素及机制的研究进展[J].南方农业学报,2017,48(5):837-843.
 [15] 钦俊德.昆虫与植物的关系:论昆虫与植物的相互作用及其演化[M].北京:科学出版社,1987:58-1365.
 [16] 王忠宇,张崇德,姜方能,等.不同颜色产卵介质对蠨蛛产卵习性的影响[J].安徽农业科学,2021,49(2):125-127.
 [17] 康总江,朱亮,魏书军,等.不同颜色诱捕器对草蛉诱杀率的研究[J].北方园艺,2012(23):145-148.
 [18] 张海强,闫海霞,刘顺,等.光强度对大草蛉成虫感光性和趋光性行为的影响[J].昆虫学报,2009,52(4):461-464.
 [19] 张帆,王素琴,罗晨,等.几种人工饲料及繁殖技术对大草蛉生长发育的影响[J].植物保护,2004,30(5):36-40.
 [20] 任荔荔,祁力言,蒋巧根,等.植物果实、颜色和形状对橘小实蝇产卵选择的影响[J].昆虫知识,2008,45(4):593-597.
 [21] KEESEY I W, KNADEN M, HANSSON B S. Olfactory specialization in *Drosophila suzukii* supports an ecological shift in host preference from rotten to fresh fruit [J]. Journal of chemical ecology, 2015, 41(2):121-128.
 [22] 何超,沈登荣,尹立红,等.不同基质及颜色背景对井上蛀果斑螟产卵生物学的影响[J].植物保护,2020,46(5):116-121.
 [23] 王占霞,范凡,王忠燕,等.环境颜色对韭菜迟眼蕈蚊生物学特性的影响[J].昆虫学报,2015,58(5):553-558.
 [24] 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.
 [25] 张华峰,陈顺立,康文通,等.桉树枝瘿姬小蜂对不同桉树品系及颜色的选择[J].浙江农林大学学报,2013,30(6):904-909.
 [26] OMKAR, PATHAK S. Effects of different photoperiods and wavelengths of light on the life-history traits of an aphidophagous ladybird, *Coelophora saucia* (Mulsant) [J]. Journal of applied entomology, 2006, 130(1):45-50.
 [27] 唐良德,梁延坡,赵海燕,等.瓢虫的趋光性反应研究[J].环境昆虫学报,2016,38(2):337-340.
 [28] 陈晓霞,闫海燕,魏玮,等.光谱和光强度对龟纹瓢虫成虫趋光行为的影响[J].生态学报,2009,29(5):2349-2355.
 [29] 吴国强.不同颜色对家蝇引诱效果的实验观察[J].中国媒介生物学及控制杂志,2001,12(1):75.
 [30] 傅建伟,徐敦明,吴玮,等.不同蔬菜害虫对色彩的趋性差异[J].昆虫知识,2005,42(5):532-533.
 [31] 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.
 [32] 蒋天小.桃小食心虫产卵行为观察与研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2017.
 [33] 张海强.大草蛉 *Chrysopa pallens* Rambert 成虫复眼显微结构及其趋光行为的研究[D].保定:河北农业大学,2007.
 [34] 魏玮.两种草蛉成虫复眼显微结构及其趋光行为的研究[D].保定:河北农业大学,2009.
 [35] 王魁,刘爽,张帆,等.环境颜色对异色瓢虫生长发育及繁殖能力的影响[J].昆虫学报,2008,51(12):1320-1326.
 [36] MISHRA G, OMKAR. Influence of parental age on reproductive performance of an aphidophagous ladybird, *Propylea dissecta* (Mulsant) [J]. Journal of applied entomology, 2004, 128(9/10):605-609.