

菱斑巧瓢虫生物生态学特性研究进展

杨晓东^{1,2}, 梁静^{1,2}, 孙雨^{1,2}, 赵宇^{1,2}, 伍兴隆², 杨明禄^{1,2}

¹塔里木大学农学院, 新疆 阿拉尔

²新疆农业有害生物综合治理兵团重点实验室, 新疆 阿拉尔

收稿日期: 2024年3月5日; 录用日期: 2024年4月5日; 发布日期: 2024年4月12日

摘要

为使菱斑巧瓢虫在生物防治中得到更加充分的开发利用, 本文综述了菱斑巧瓢虫的分布、生物学特性、捕食功能反应和人工饲料及饲养等方面的国内外研究进展, 并展望未来可能的研究方向, 为菱斑巧瓢虫的开发利用提供理论依据。分析得出, 菱斑巧瓢虫不仅捕食蚜虫和木虱, 还捕食多种鳞翅目昆虫的卵和幼虫; 此外, 环境和食物是影响菱斑巧瓢虫生长发育及繁殖的两大主要因素; 而人工饲养过程中, 成虫在高密度饲养下繁殖速率较快。

关键词

菱斑巧瓢虫, 生物学特性, 捕食功能, 人工饲料

Research Progress on Biology and Ecology of *Oenopia conglobata* (Linnaeus)

Xiaodong Yang^{1,2}, Jing Liang^{1,2}, Yu Sun^{1,2}, Yu Zhao^{1,2}, Xinglong Wu², Minglu Yang^{1,2}

¹College of Agriculture, Tarim University, Aral Xinjiang

²Key Laboratory of Xinjiang Production and Construction Corps in Comprehensive Agricultural Pest Management in South Xinjiang, Aral Xinjiang

Received: Mar. 5th, 2024; accepted: Apr. 5th, 2024; published: Apr. 12th, 2024

Abstract

In order to fully utilize *Oenopia conglobata* (Linnaeus) in biological control, this paper reviewed the domestic and international research progress on the distribution, biological characteristics, predatory function response and artificial feed and feeding of *O. conglobata*, and looked forward to the possible future research direction, so as to provide a theoretical basis for the exploitation of *O. conglobata*. It was concluded that *O. conglobata* not only prey on aphids and woodlice, but also

on eggs and larvae of various lepidopteran insects; in addition, environment and food are the two main factors affecting the growth, development and reproduction of *O. conglobata*; and the adult beetles reproduced faster in high density rearing in artificial feeding process.

Keywords

Oenopia conglobata (Linnaeus), Biological Characteristics, Predatory Function, Artificial Feed

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

菱斑巧瓢虫 *Oenopia conglobata* (Linnaeus) 属鞘翅目瓢虫科小巧瓢虫属[1]。菱斑巧瓢虫是一种捕食性瓢虫, 捕食多种蚜虫和木虱[2] [3], 也能捕食榆蓝叶甲的卵, 是农林业害虫的重要天敌之一[4]。菱斑巧瓢虫原产于亚欧大陆非洲, 在中欧和南欧的几个国家比较常见, 特别是地中海盆地和中东地区[5] [6] [7] [8] [9], 我国主要分布在新疆、河北、甘肃、宁夏、山西和陕西等地[4]。菱斑巧瓢虫一般生活在落叶乔木桃树、柳树、槐树、胡杨等, 在新疆的防护林中分布较多, 阿拉尔地区 10~20 年的胡杨每棵数量可达 600 多头[4] [10], 在玉米和小麦等作物上较为常见[1]。目前, 对菱斑巧瓢虫研究在生物学、捕食功能、人工饲养等方面已经取得了一些进展, 本文对其国内外研究现状进行综述, 以期将来菱斑巧瓢虫的开发利用提供参考。

2. 形态特征

菱斑巧瓢虫属于完全变态昆虫, 整个发育历期分为卵、幼虫、蛹和成虫 4 个虫态, 但在末龄幼虫化蛹前有个静止期, 也称预蛹期。菱斑巧瓢虫的卵呈现纺锤状, 中间鼓起, 两头较尖, 一般都是垂直而立, 块状排列[11], 卵粒初产时为亮黄色, 在接近孵化时颜色逐渐变黑; 1 龄幼虫体长 1.5~2 mm, 身体黑色, 中、后胸背中线处各有 1 三角形灰白色斑; 2 龄幼虫体长 2~3 mm, 身体黑色, 前胸背板后缘中部有紫色小斑, 中、后胸背中部有三角形紫色斑; 3 龄体长 4~5 mm, 体黑色, 前胸前缘灰黄色, 前侧角和侧下缘紫色; 4 龄体长 6~7 mm, 特征与 3 龄幼虫相似; 4 龄幼虫进入预蛹期时将不在取食, 身体逐渐向内蜷缩起来, 预蛹期一般为 1 d; 蛹长 5~7 mm, 宽 2.5 mm, 全体黑红色。前胸背板前侧角各有 1 个红斑, 后缘中央有 1 个大红斑, 背中线红色; 菱斑巧成虫身体长度约为 4~5 mm, 宽度约为 3~4 mm, 头部一般呈现黄白色, 鞘翅上各具有 8 个不同形状的黑斑, 呈 2、2、1、2、1 排列, 鞘的中间缝隙呈现黑色。

3. 生物学特征

3.1. 生活史

菱斑巧瓢虫在山东菏泽地区 1 年发生 4~6 代, 成虫较为活泼, 有趋光性, 常在白天活动, 在 10 月下旬开始寻觅场所越冬[11], 以成虫在屋檐、墙缝等隐蔽场所越冬, 第二年 4 月中旬开始活动。2014 年 6 月中旬在喀什疏勒县核桃园大量发生, 平均种群密度可达 8.46 头/百叶[7]; 菱斑巧瓢虫在伊朗开心果园内较多, 春、秋季发生较多, 7~9 月很少见到[3]。

3.2. 发育历期及习性

菱斑巧瓢虫成虫寿命可达 200 d 以上, 一生多次交配, 单雌产卵量 136~341 粒, 卵呈块状排列[11], 菱斑巧瓢虫安全意识较强, 一般会将卵产在叶片背面或较隐蔽的地方; 卵最初呈现亮黄色, 后面渐渐变为淡黄色, 在即将孵化时卵变为黑色, 卵的历期为 11~13 d; 初孵的幼虫身体呈现灰褐色, 都聚集在卵壳上不动, 啃食卵壳或者未孵化的卵粒, 幼虫 4 个龄期, 幼虫有自相残杀行为, 吃掉未孵化的卵粒或低龄幼虫, 幼虫发育历期 9~11 d; 老熟幼虫一般会选择在枯枝、落叶、树缝中化蛹, 化蛹后 2~3 d 羽化为成虫, 成虫产卵前期差异较大, 2~8 d 交配产卵, 成虫有趋光、假死习性, 成虫感知到外界危险后, 会将足收缩到腹下静止不动, 外界威胁消失后 10~20 秒后恢复行动[12] [13], 成虫常在白天进行活动, 秋季感受到外界环境变化后进入滞育状态, 影响菱斑巧瓢虫滞育的主要环境因子是温度和光周期[14]。

3.3. 猎物及捕食偏好

3.3.1. 猎物

菱斑巧瓢虫作为一种捕食性瓢虫, 幼虫和成虫捕食其他昆虫来维持生命, 主要猎物包括榆蓝叶甲等昆虫的卵、棉蚜、桃粉大尾蚜、三点斑叶蝉、麦蚜、核桃黑斑蚜和玉米蚜等[15] [16] [17] [18], 也会捕食少量木虱、螨和粉蚧[19]。

3.3.2. 捕食偏好

菱斑巧瓢虫对不同猎物存在偏好性, 以伊比亚半岛东部城市几种常见植物上的蚜虫和木虱为猎物开展选择性实验, 发现菱斑巧瓢虫对白杨毛蚜(*Chaitophorus populeti*)、棉蚜(*Aphis gossypii*)、豆蚜(*Aphis craccivora*)、山核桃蚜(*Monelliopsiscaryae*)、居椴真斑蚜(*Eucallipterustiliae*)、波斯合欢木虱(*Acizziajamatonica*)和黑蚜(*Aphis nerii*)等几种害虫表现出良好的接受性, 菱斑巧瓢虫成虫和幼虫接受性最高的是山核桃蚜(*M. caryae*), 接受率为 90.5%; 接受性最低的是黑蚜(*A. nerii*), 接受率为 3%; 还发现菱斑巧瓢虫对蚜虫偏好性大于木虱[20], 而在伊朗地区使用开心果木虱(*Agonoscaena pistaciae*)和棉蚜(*A. gossypii*)饲喂菱斑巧瓢虫成虫后, 发现成虫更加偏好取食木虱[3]。

3.4. 对不同寄主的捕食功能反应

菱斑巧瓢虫的幼虫和成虫的食性是相同的, 但是各个阶段捕食量和捕食能力有差异, 其捕食功能反应符合 Holling II 型, 随着猎物密度增加而增加。菱斑巧瓢虫随着玉米三点斑叶蝉密度增加而增加, 成虫日最大捕食量为 43 头[17]; 而对棉蚜成虫日最大捕食量为 269.9 头, 1~4 龄幼虫日最大捕食量分别为 20.8、47.4、139.0 和 219.0 头[15]; 此外, 菱斑巧瓢虫对核桃黑斑蚜也具有很强的捕食能力, 成虫日最大捕食量为 133.3 头, 1~4 龄幼虫日最大捕食量分别为 14.3、48.3、96.4 和 151.5 头[18], 其随着龄期的增加捕食量大增。

3.5. 同类相残行为

同类相残行为在捕食性昆虫中较为常见, 瓢虫种群密度过大或者食物不充足时通常会发生自相残杀行为, 这样能够提高捕食性昆虫种群的生存率[2]。实验室环境下饥饿的菱斑巧瓢虫在不同的生命阶段都表现出同类自相残杀的行为, 自相残杀行为在性别和龄期之间存在显著差异, 同样的条件下, 雌性成虫吃掉卵和幼虫的数量显著高于雄性成虫, 而在幼虫阶段, 4 龄幼虫吃掉卵和 1 龄幼虫数量显著高于其它龄期, 自相残杀行为会随着龄期的增加而增加[21]。自残行为会对幼虫各个龄期生长发育产生重要影响, 并且会对成虫产卵量和孵化率产生影响[22]。七星瓢虫在猎物的减少时捕食同类卵的数量明显增加, 当增加食物后, 自残率明显降低[23]。但是从根本上解决菱斑巧瓢虫的自残行为是非常困难的, 在人工大规模

饲养过程中,要保持猎物充足,并及时将卵、幼虫和成虫分开饲养能提高饲养效率[24]。

4. 温度对菱斑巧瓢虫的影响

昆虫作为变温动物,体内生理代谢随着外界环境的变化而改变[25],长期的自然选择,使得昆虫与外界温度形成适应机制[26]。菱斑巧瓢虫有效积温常数为 196.1 日度,发育起始温度为 9℃,其在 17.5℃到 30℃发育历期随着温度升高而缩短,当温度上升到 32.5℃时发育速率明显下降;幼虫死亡率随着温度升高而增加,当温度达到 35℃时,幼虫死亡率 100%,卵几乎不会孵化;成虫产卵量从 22.5℃到 27.5℃有增加趋势,在人工大规模饲养中,温度应控制在 22.5℃~32.5℃之间,繁殖效率较高[3] [27] [28]。

5. 人工饲养及释放

5.1. 不同食物对菱斑巧瓢虫的影响

菱斑巧瓢虫能够捕食多种蚜虫等猎物,地中海粉螟(*Ephestia kuehniella*)卵可以作为替代猎物,但猎物可以影响菱斑巧瓢虫的发育速度、存活率和生殖率等。菱斑巧瓢虫取食地中海粉螟(*E. kuehniella*)卵和欧洲野樱桃燕麦蚜(*Rhopalosiphum padi* L.)均能从卵发育至成虫,发育时间没有明显差异,但捕食欧洲野樱桃燕麦蚜(*R. padi*)存活率较低[27]。幼虫捕食开心果木虱(*A. pistaciae*)和棉蚜(*A. gossypii*)的发育历期分别需要 8.1 d 和 9.6 d,幼虫存活率分别为 75.0%和 77.3%,但成虫体重、雌虫产卵前期和总产卵量没有明显差异[3]。

5.2. 人工饲料

天敌饲养中,人工饲料或替代寄主对降低成本和规模化生产至关重要。Vahmani 等以斑腹刺益蝽(*Podisus maculiventris*)的人工冻干饲料(简称“益蝽饲料”)为基础[29],配制了 LEP (益蝽饲料、地中海粉螟卵和花粉)、LEPA (益蝽饲料、地中海粉螟卵、花粉和卤虫(*Artemia urmiana*)卵)和 LEPS (益蝽饲料、地中海粉螟卵、花粉和麦蛾卵),其中 LEP 中益蝽饲料比其他两种饲料多 1 倍,菱斑巧瓢虫取食 LEP 饲料幼虫和蛹发育历期和成虫产卵前期明显变短,成虫的单雌产卵量 183.87 粒,显著多于 LEPA 的 166.86 粒和 LEPS 的 128.06 粒[30]。

菱斑巧瓢虫成虫可以取食羊肝蔗糖(5:1)、猪肝蔗糖(5:1)和黄粉虫蛹三种匀浆饲料,但 2 周单雌累计产卵量分别是 18.2 粒、9.7 粒和 3.9 粒,显著低于饲喂桃蚜的 166.3 粒卵;幼虫饲喂白蛾周氏啮小蜂蛹存活率为 31.3%,远低于饲喂桃蚜的 75%,幼虫-蛹发育历期延长分别为 21.2 d 和 15.7 d,成虫饲喂白蛾周氏啮小蜂蛹和桃蚜周单雌产量分别为 46.9 粒和 61.8 粒,因此白蛾周氏啮小蜂蛹是一种潜在的人工饲料[1]。

5.3. 饲养方法

菱斑巧瓢虫成虫一般在 24℃~28℃、相对湿度 70%~80%环境下,一个广口瓶中放入 5~8 头,每天观察两次食物是否充足,并每天往棉球上滴水,等到雌成虫快产卵时,在瓶内放入彩色的纸卷,使其将卵产在纸卷中[11],也可以将成虫与带有蚜虫的植物一起放入养虫笼中繁殖,1~2 d 更换一次植物以补充蚜虫和收集卵块[31],成虫在高密度饲养条件下繁殖速率较快[32],每个养虫笼适量多放成虫;待到成虫产卵后,要及时将卵取出,以防被成虫吃掉,取出的卵放在铺有滤纸的培养皿中,注意通风,如果比较干燥,可以放入湿润的棉球或吸湿纸[33];孵化后,将刚孵化的幼虫用毛笔分别挑入铺了滤纸的培养皿中,以防自相残杀,每天剪带有蚜虫的叶片放入培养皿中,并观察幼虫发育情况。

5.4. 人工释放

利用天敌防治害虫在生物防治中占有重要作用,国内外学者对相关方面已有了大量的研究[34]。菱斑巧瓢虫作为捕食性天敌,人工饲养并释放可以有效控制农林业害虫。在人工释放菱斑巧瓢虫时,常采用

成虫释放或即将孵化的卵释放, 高密度释放效果更佳明显, 在山东省菏泽市定陶县城关镇 5 亩林地释放了 2500 头成虫, 1 个月后榆蓝叶甲死亡率增加了 14.9% [11]。在土耳其利用菱斑巧瓢虫防治开心果木虱时, 每棵树投放 25、50 和 100 只幼虫, 随着菱斑巧瓢虫释放量的增加木虱数量显著减少, 防控效果在 50% 以上[35]。同时, 人工释放菱斑巧瓢虫时需要考虑环境和气候条件, 尤其是释放前后几天的气候变化, 以提高释放瓢虫存活率[36]。

6. 其他

在使用杀虫剂防治农林害虫时, 也会对天敌害虫产生威胁, 不同杀虫剂和使用浓度对菱斑巧瓢虫影响存在差异。通常使用杀虫剂对昆虫半数致死浓度(L_{50})的值来评价杀虫剂对昆虫的敏感性, 菱斑巧瓢虫对螺虫乙酯的 L_{50} 值为 5218.33 mg/L, 显著高于啉虫脒 8.76 mg/L 和氟铃脲 2268.81 mg/L, 其中螺虫乙酯对菱斑巧瓢虫伤害性最低[37]; 使用不同农药对菱斑巧瓢虫 1~4 龄幼虫和成虫致死率的影响差异明显, 植物源农药 Sirinol 和化学农药啉虫脒、氟铃脲对菱斑巧瓢虫处理 72 h 后, 植物源农药导致菱斑巧瓢虫一龄、四龄和成虫的死亡率显著低于啉虫脒和氟铃脲[38]。

捕食性天敌也存在种间与种内竞争, 菱斑巧瓢虫 1~4 龄幼虫及成虫种内竞争强度会随着自身和猎物密度的增加而增大, 与多异瓢虫的种间竞争类似[39]; 菱斑巧瓢虫捕食猎物一般是通过嗅觉和触觉, 它们通过嗅觉一般会选择有先天反应的猎物, 但使用另一种猎物饲喂一段时间后, 它们对前一种猎物的先天反应就消失了, 这说明不同的食物可以改变菱斑巧瓢虫对其原先猎物气味的先天反应[40]。

7. 结论与展望

综上所述, 菱斑巧瓢虫作为一种重要的天敌昆虫, 可以捕食多种农林害虫, 且在我国大部分地区均有分布, 其对农林害虫的防控具有重要作用, 但国内对其研究较少, 主要集中在捕食功能和人工饲料等方面, 这不利于菱斑巧瓢虫的人工开发利用, 虽然国外对菱斑巧瓢虫人工饲养方面有研究, 但由于地域物种差异, 对国内的参考价值并不大。

随着农业绿色防控技术不断推广, 菱斑巧瓢虫的应用前景较大。但菱斑巧瓢虫相关研究较少, 替代寄主和人工饲料成本仍然较高、效果不太理想, 天敌储运和释放技术有待完善, 这限制了菱斑巧瓢虫在生物防治中发挥作用, 未来要加强对菱斑巧瓢虫室内人工大规模饲养的研究, 让其在生物防治中充分发挥作用。

致 谢

感谢“新疆建设兵团财政科技计划”(2019DA001)资助。

参考文献

- [1] 杨明禄, 王淑君, 李雨, 等. 菱斑巧瓢虫替代饲料的研究[J]. 环境昆虫学报, 2012, 34(2): 201-207.
- [2] Hodek, I. and Honěk, A. (2013) Ecology of Coccinellidae. Springer Science & Business Media, Berlin.
- [3] Mehrnejad, M.R. and Jalali, M.A. (2004) Life History Parameters of the Coccinellid Beetle, *Oenopia conglobata contaminata*, an Important Predator of the Common Pistachio Psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psylloidea). *Bio-control Science and Technology*, **14**, 701-711. <https://doi.org/10.1080/09583150410001682377>
- [4] 赵敬钊. 中国棉虫天敌名录[J]. 武汉师范学院学报(自然科学版), 1983(1): 75-106.
- [5] Rondoni, G., Onofri, A. and Ricci, C. (2012) Laboratory Studies on Intraguild Predation and Cannibalism among Coccinellid Larvae (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*, **109**, 353-362. <https://doi.org/10.14411/eje.2012.046>
- [6] Ipert, G. (1999) Biodiversity of Predaceous Coccinellidae in Relation to Bioindication and Economic Importance. Elsevier, Amsterdam, 323-342. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50019-9.50018-2>

- [7] Lumbierres, B., Sarý, P. and Pons, X. (2004) Parasitoids and Predators of Aphids Associated with Public Green Areas of Lleida (NE Iberian Peninsula). *Advances in Horticultural Science*, **19**, 69-75.
- [8] Ameixa, O., Honek, A., Martinkova, Z., et al. (2010) Position of *Harmonia axyridis* in Aphidophagous Guilds in the Czech Republic. *IOBC-WPRS Bulletins*, **58**, 7-14.
- [9] Wakgari, M. and Rai, A.K. (2011) Effect of Weather Factors on *Busseola fusca* (Fuller) Lepidoptera: Noctuidae and Its Effect Predator *Oenopia conglobata* (L.) (Coccinellidae) on Sorghum in Ethiopia. *Indian Journal of Entomology*, **73**, 331-337.
- [10] 陆承志, 阿不都日西提. 几种主要防护林树种对棉田害虫天敌越冬诱集保护作用的研究[J]. 防护林科技, 2005, 18(4): 11-13.
- [11] 祁金山. 菱斑巧瓢虫生物学特性及人工饲养[J]. 昆虫知识, 1994, 31(5): 286-287.
- [12] Miyatake, T., Okada, K. and Harano, T. (2008) Negative Relationship between Ambient Temperature and Death-Feigning Intensity in Adult *Callosobruchus maculatus* and *Callosobruchus chinensis*. *Physiological Entomology*, **33**, 83-88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.2007.00607.x>
- [13] Van Dijk, J.G. (2003) Fainting in Animals. *Clinical Autonomic Research*, **13**, 247-255. <https://doi.org/10.1007/s10286-003-0099-1>
- [14] 姜岩, 修春丽, 王冬梅, 等. 多异瓢虫生物生态学特性及保育利用研究进展[J]. 中国生物防治学报, 2022, 38(1): 50-62.
- [15] 王伟, 姚举, 李号宾. 棉田三种瓢虫对棉蚜的捕食功能反应[J]. 中国生物防治, 2008, 24(S1): 15-20.
- [16] 张仁福, 王登元, 王华, 等. 杏树桃粉大尾蚜及其天敌种群动态研究[J]. 植物保护, 2013, 39(1): 141-143+147.
- [17] 于江南, 张黎, 阿孜古丽, 等. 几种瓢虫对玉米三点斑叶蝉捕食效应的研究[J]. 新疆农业大学学报, 2002, 25(2): 36-37.
- [18] 朱晓锋, 阿布都克尤木·卡德尔, 徐兵强, 等. 菱斑巧瓢虫对核桃黑斑蚜捕食功能反应研究[J]. 新疆农业科学, 2015, 52(9): 1654-1658.
- [19] Lumbierres, B. (2016) La Marieta Rosa (*Oenopia conglobata*). *Lignosa*, **14**, Article No. 7.
- [20] Lumbierres, B., Madeira, F. and Pons, X. (2018) Prey Acceptability and Preference of *Oenopia conglobata* (Coleoptera: Coccinellidae), a Candidate for Biological Control in Urban Green Areas. *Insects*, **9**, Article No. 7. <https://doi.org/10.3390/insects9010007>
- [21] Mamay, M. and Dusak, H. (2023) Cannibalistic Behavior of Biological Control Agent *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) under Laboratory Conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, **33**, Article No. 66. <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00712-0>
- [22] Yasuda, H. and Ohnuma, N. (1999) Effect of Cannibalism and Predation on the Larval Performance of Two Ladybird Beetles. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **93**, 63-67. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1999.00562.x>
- [23] Khan, M.H. and Yoldaş, Z. (2018) Investigations on the Cannibalistic Behavior of Ladybird Beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) under Laboratory Conditions. *Turkish Journal of Zoology*, **42**, 432-438. <https://doi.org/10.3906/zoo-1708-37>
- [24] 王甦, 张润志, 张帆. 异色瓢虫生物生态学研究进展[J]. 应用生态学报, 2007, 18(9): 2117-2126.
- [25] 易小龙, 王小云, 郑霞林, 等. 昆虫繁殖适度研究进展[J]. 广东农业科学, 2021, 48(4): 84-92.
- [26] 陈丽芳, 邵东华, 段景攀, 等. 温度对昆虫的影响[J]. 内蒙古林业科技, 2015, 41(2): 57-61.
- [27] Lumbierres, B., Madeira, F., Roca, M., et al. (2021) Effects of Temperature and Diet on the Development and Reproduction of the Ladybird *Oenopia conglobata*. *Entomologia Generalis*, **41**, 197-208. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2020/1077>
- [28] Jalali, M.A., Sakaki, S., Ziaaddini, M., et al. (2018) Temperature-Dependent Development of *Oenopia conglobata* (Col.: Coccinellidae) Fed on *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae). *International Journal of Tropical Insect Science*, **38**, 410-417. <https://doi.org/10.1017/S1742758418000267>
- [29] De Clercq, P., Merlevede, F. and Tirry, L. (1998) Unnatural Prey and Artificial Diets for Rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control*, **12**, 137-142. <https://doi.org/10.1006/bcon.1998.0611>
- [30] Vahmani, A., Shirvani, A. and Rashki, M. (2022) Biological Parameters of *Oenopia conglobata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) Feeding on Different Diets. *International Journal of Tropical Insect Science*, **42**, 2241-2247. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00746-1>
- [31] 曾斌. 异色瓢虫人工大量繁殖与田间释放技术研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [32] Mamay, M. and Mutlu, C. (2019) Optimizing Container Size and Rearing Density for Rapid and Economic Mass Rearing

- of *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae). *Turkish Journal of Entomology*, **43**, 395-408. <https://doi.org/10.16970/entoted.562724>
- [33] 贺春荣, 肖英杰, 王宗尧. 瓢虫的生活习性及其饲养方法[J]. 现代农业科技, 2020(7): 216-218.
- [34] Van Lenteren, J.C., Roskam, M.M. and Timmer, R. (1997) Commercial Mass Production and Pricing of Organisms for Biological Control of Pests in Europe. *Biological Control*, **10**, 143-149. <https://doi.org/10.1006/bcon.1997.0548>
- [35] Özgen, İ., Mamay, M. and Yanik, E. (2022) Release of the Lady Beetle (*Oenopia conglobata* L.) to Control the Common Pistachio Psylla. *Biological Control*, **171**, Article ID: 104940. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104940>
- [36] 高福宏, 潘悦, 孔宁川, 等. 异色瓢虫释放技术概况[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(11): 2172-2173+2193.
- [37] Bemani, M., Moravvej, G., Izadi, H., *et al.* (2019) Variation in Insecticidal Susceptibility of Agonoscenapistaciae Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae), and Its Coccinellid Predator, *Oenopia conglobata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, **91**, 110-118. <https://doi.org/10.2317/0022-8567-91.2.110>
- [38] Kabiri, M., Amiri-Besheli, B. and Basirat, M. (2012) A Comparison of the Toxicity of the Botanical Insecticide, Sirinol and Two Chemical Insecticides, Mospilan and Consult, on Two Natural Enemies of the Pistachio Psyllid, Coccinellid Predator (*Oenopia conglobata*). *African Journal of Biotechnology*, **11**, 13888-13895. <https://doi.org/10.5897/AJB11.4159>
- [39] 张仁福, 姚举, 王伟, 等. 种内及种间干扰对多异瓢虫捕食作用的影响[J]. 新疆农业科学, 2015, 52(1): 85-90.
- [40] Ranjbar, F., Michaud, J.P., Jalali, M.A., *et al.* (2022) Dietary History Modifies the Innate Responses of Lady Beetles (Coleoptera: Coccinellidae) to Odors of Their Prey-Infested Host Plants. *Biological Control*, **175**, Article ID: 105050. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105050>