两种鳞翅目昆虫卵对明小花蝽的饲喂效果评价*

张昌容[1**] 班菲雪[1***] 刘少兰[1] 卯婷婷[1] 章行远[1] 曹 宇[2]

（1. 贵州省农业科学院植物保护研究所，贵阳 550006；2. 贵阳学院生物与环境工程学院，贵阳 550005）

摘 要 【目的】明确干果斑螟 *Cadre cautella* 卵和地中海粉斑螟 *Ephestia kuehniella* 卵作为扩繁捕食性天敌昆虫明小花蝽 *Orius nagaii* 替代猎物的可行性，为明小花蝽大规模繁育奠定基础。【方法】比较明小花蝽取食干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵的生长发育和繁殖的异同，采用生命表来评价这 2 种替代猎物的适合性。【结果】干果斑螟卵饲养的明小花蝽若虫发育历期（21.05 d）和雌虫寿命（32.00 d）均显著短于地中海粉斑螟卵饲养的明小花蝽（若虫发育历期为 23.26 d，雌虫寿命为 38.00 d）($P<0.05$)；而取食 2 种卵的明小花蝽羽化率、雄虫寿命、单雌产卵量、孵化率和性比均无显著性差异($P>0.05$)。干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵饲养的明小花蝽净增殖率分别为 54.872 0 和 57.851 3，平均世代周期分别为 38.873 6 d 和 38.175 8 d，内禀增长率分别为 0.107 9 和 0.106 3，周限增长率分别为 1.102 5 和 1.112 2，且均无显著性差异（$P<0.05$）。【结论】干果斑螟卵对明小花蝽的饲喂效果与地中海粉斑螟卵相似，均可作为明小花蝽繁育的替代猎物。

关键词 明小花蝽；生命表；生物防治；地中海粉斑螟卵；干果斑螟卵；天敌

The suitability of eggs of *Cadre cautella and Ephestia kuehniella* as alternative prey for mass-reared *Orius nagaii*

ZHANG Chang-Rong[1**] BAN Fei-Xue[1***] LIU Shao-Lan[1]
MAO Ting-Ting[1] ZHANG Xing-Yuan[1] CAO Yu[2]

(1. Institute of Plant Protection, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China;
2. College of Biology and Engineering of Environment, Guiyang University, Guiyang 550005, China)

Abstract **[Objectives]** To determine the suitability of the eggs of *Cadre cautella* and *Ephestia kuehniella* as alternative prey for *Orius nagaii*, in order to facilitate the captive rearing of this species for biological control purposes. **[Methods]** *O. nagaii* were fed either *C. cautella* eggs or *E. kuehniella* eggs and biological indices of the treatment groups raised on these different diets were compared using life-tables. **[Results]** *O. nagaii* fed *C. cautella* eggs had significantly shorter nymph developmental duration and female longevity than those that were fed *E. kuehniella* eggs (nymph developmental duration 21.05 d *vs* 23.26 d and female longevity 32.00 d *vs* 38.00 d). There was, however, no significant difference in hatching rate, male longevity, fecundity, hatching rate or sex ratio between the two diet treatment groups. The net reproductive rates of *O. nagaii* that fed on *C. cautella* or *E. kuehniella* eggs were 54.872 0 and 57.851 3, respectively, mean generation times were 38.873 6 d and 38.175 8 d, respectively, intrinsic growth rates were 0.107 9 and 0.106 3, respectively, and finite rate of increase were 1.102 5 and 1.112 2, respectively. There were no significant differences in these parameters. **[Conclusion]** Both *C. cautella* and *E. kuehniella* eggs are suitable alternative foods for rearing *O. nagaii* in captivity.

Key words *Orius nagaii*; lifetable; biological control; *Ephestia kuehniella* eggs; *Cadra cautella* eggs; natural enemy

---

*资助项目 Supported projects：国家自然科学基金（31660542）；黔农科院国基后补助[2021]09 号；黔科合基础[2020]1Z024)；黔科合支撑[2021]一般 191；贵州省教育厅特色领域项目（黔科合 KY[2020]057）；黔科合服企[2020]4007；黔农科院支撑[2021]04 号；黔农科院专利培计（2020）01 号；黔科合支撑[2020]1Y173 号

**第一作者 First author，E-mail：zhangchangrong2006@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：feixueban@163.com

收稿日期 Received：2021-11-13；接受日期 Accepted：2022-05-11

小花蝽 *Orius* spp.（半翅目：花蝽科）原产于亚洲，目前在世界各国均有分布，作为一种重要的广食性捕食性天敌，小花蝽被广泛应用于防治田间及温室中的蚜虫、蓟马和螨类等多种小型害虫以及部分鳞翅目害虫（武予清等，2010；Zhao *et al.*，2017；Ge *et al.*，2018；孙贝贝等，2020；Wang *et al.*，2021）。大规模饲养和释放是小花蝽在田间应用的基础，目前能够实现商业化生产的小花蝽种类极少，国外已报道的仅有南方小花蝽 *O. strigicollis*、东亚小花蝽 *O. sauteri*、无毛小花蝽 *O. laevigatus*、狡小花蝽 *O. insidiosus* 和大臀小花蝽 *O. majuschlus* 等几种（Van Lenteren *et al.*，1997；Hinomoto *et al.*，2004；Jensen *et al.*，2021）。国内则更少，常见的仅有东亚小花蝽，更多适用于大规模饲养的小花蝽种类有待于开发。

明小花蝽 *Orius nagaii* 主要分布在日本、俄罗斯和韩国等国家，在国内山西、天津、河北、山东、安徽、贵州等省份也均有分布，主要取食菠菜、棉花、牧草、水稻和杂草（Ohno and Takemoto，1997；张骏等，2015）。目前，关于明小花蝽的研究较少，仅有少量研究其分布和内生共生菌的报道，其饲养技术、生物学、生理学及控害应用等方面还未见报道（Watanabe *et al.*，2012；2014）。作者通过室内饲养明小花蝽，发现其适应能力强、产卵量高，且易于在室内大量扩繁，极具商业化饲养潜力。

小花蝽的饲养条件、产卵基质及替代猎物等繁育过程中的关键环节不断得到优化，为小花蝽的商业化生产奠定了基础（尹哲等，2014）。饲料作为小花蝽饲养的关键环节也得到大量的研究（王广鹏等，2005；刘梅等，2021）。目前，用于饲养小花蝽的猎物主要包括天然猎物、植物源饲料、人工饲料和替代猎物几类（Riddick，2008）。其中天然猎物主要包括螨类、蚜虫和蓟马等（杨淑斐等，2009；刘文静等，2011）。虽然天然猎物饲养效果好，但环境条件、成本及技术等因素的限制使得天然猎物很难应用于小花蝽大规模繁育。植物源饲料有利于小花蝽的生长发育（Zhao *et al.*，2017），但单独使用效果不佳，如东亚小花蝽单独取食花粉不能完成世代发育，取食嫩玉米粒和花粉酥羽化率还不到一半（周伟儒和王韧，1989；王方海等，1996）。为降低成本，人工饲料得到开发，主要包括微胶囊剂及人工合成饲料（谭晓玲等，2010；张帆和邹卫辉，2010；Tan *et al.*，2013），但目前没有一种人工饲料能够在商业化水平上使用。替代猎物主要包括活体的或经过冷冻、辐射及冻干等方法处理过的昆虫（Sun *et al.*，2017）。目前，用于小花蝽饲养的替代猎物主要有麦蛾 *Sitotroga cerealella* 卵、米蛾 *Corcyra cephalonica* 卵、粘虫 *Mythimna separata* 卵、地中海粉斑螟 *Ephestia kuehniella* 卵、果蝇 *Drosophila melanogaster* 幼虫及赤眼蜂 *Trichogramma* 蛹等（刘文静等，2011；杨丽文等，2014；吕兵等，2017；郭培等，2020）。与其他几种饲料相比，替代猎物不仅能满足小花蝽生长和发育的需求，还能降低成本和减少开发周期，因此在生产上极具利用价值。

地中海粉斑螟 *Ephestia kuehniella*（鳞翅目：斑螟科）原产自美国，是一类仓储类害虫，现已遍布全球，在中国吉林、河南、浙江、广东、云南等省份均有发生。地中海粉斑螟卵可用于瓢虫、赤眼蜂、捕食螨、盲蝽等天敌昆虫的繁育（Kim and Riedl，2005；De Clercq *et al.*，2010；Navarro *et al.*，2016；Moghaddassi *et al.*，2019），且对东亚小花蝽、无毛小花蝽 *O. laevigatus*、*O. thripoborus* 及 *O. naivashae* 等多种小花蝽具有良好的饲喂效果（Bonte and De Clercq，2010；Bonte *et al.*，2017）。干果斑螟 *Cadra cautella* 与地中海粉斑螟同属鳞翅目斑螟科，可为害大米、玉米、麦类、高粱、花生、干果及中药材等，在我国各省区均有分布。干果斑螟易于在室内大量繁殖，但目前其用于天敌昆虫饲养的报道较少。

为挖掘明小花蝽大规模饲养的潜力及寻找合适的替代猎物，本研究以干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵作为替代猎物饲养明小花蝽，通过明小花蝽的生物学特性和生命表评价干果斑螟作为替代猎物的适合性，以期为大规模饲养明小花蝽提供参考。

1　材料与方法

1.1　供试天敌

明小花蝽采自贵州省农业科学院院内蚕豆上，参照田小娟（2018）的方法进行鉴定。以干净的新鲜迎春花嫩茎作为产卵基质，以西花蓟马 *Frankliniella occidentalisa* 作为饲料于人工气候室内饲养 4-6 代，饲养条件为温度（25±1）℃，相对湿度 70%±5%，光周期 16 L∶8 D，取初孵若虫待用。

1.2　供试猎物

地中海粉斑螟卵由福建农业科学院植物保护研究所提供。干果斑螟幼虫以全麦粉作为饲料饲养于温度为（25 ± 1）℃，相对湿度为 75% ± 5%，光周期 0 L∶24 D 的人工气候室内，待成虫羽化后于相同条件下收集卵。2 种供试猎物均于紫外光下照射 15 min 灭活后储存于 5 ℃冰箱中低温保存 3 d 内使用备用。

1.3 试验方法

试验设置 2 个处理，分别以地中海粉斑螟卵和干果斑螟卵作为饲料饲养明小花蝽。首先于 2 个养虫盒（长×宽×高=13.4 cm×8.9 cm ×7.0 cm）中分别放入 50 粒地中海粉斑螟卵和 50 粒干果粉斑螟卵，各接入明小花蝽初孵若虫 1 头，同时在养虫盒内放 1 个玉米粒大小的湿棉球提供水源，放入饲养温度为（25±1）℃，相对湿度为 75%± 5%，光周期 16 L∶8 D 的气候箱中。每 2 d 更换 1 次湿棉球并添加相同数量的猎物，每天观察并记录明小花蝽若虫的发育历期和存活的数量，每个处理 50 个重复。

待明小花蝽羽化后，置于显微镜下辨别雌雄，并进行雌雄配对。每个养虫盒中接入 5 对明小花蝽，提供 500 粒地中海粉斑螟卵或 500 粒干果粉斑螟卵作为猎物，以新鲜干净的迎春花 *Jasminum nudiflorum* 嫩枝作为产卵基质，以湿润的棉花球包裹迎春花茎部进行保湿。猎物、水源和产卵基质每 2 d 更换 1 次，观察并记录明小花蝽产卵量和雌雄虫寿命直到成虫全部死亡，每个处理 4 个重复。

记录产卵量后，收集明小花蝽的卵并将其放入 4 ℃冰箱低温处理 4 d，以延长卵的储存期（丁尧，2016），之后把卵取出于人工气候室内等待孵化，记录孵化率。待孵化后，继续以地中海粉斑螟卵或干果斑螟卵饲养直到全部羽化，记录雌雄成虫数量并计算雌雄比例。

1.4　生命表参数的计算

参考繁殖特征生命表计算方法（Chi and Liu，1985），具体如下：

净生殖率 $R_0=\sum l_x m_x$；平均世代周期 $T=\sum x l_x m_x / R_0$；内禀增长率 $r_m = (\ln R_0)/T$；周限增长率 $\lambda = e^{r_m}$；种群加倍时间 $DT= \ln(2)/r_m$。

其中，x 为按年龄划分的单位时间间距；l_x 表示任一个体在 x 期间的存活率；m_x 表示在 x 期间平均每雌产卵数。

1.5　数据处理

实验获得的数据均采用 SPSS 25.0 统计软件进行分析，采用独立样本 *t* 检验分析明小花蝽若虫发育历期、成虫寿命、产卵量及孵化率在不同猎物间的差异显著性。明小花蝽存活曲线由 Excel 2010 绘制。

2　结果与分析

2.1　干果斑螟对明小花蝽若虫发育历期和存活率的影响

用干果斑螟卵饲养的明小花蝽若虫平均发育历期为 21.05 d，显著短于地中海粉斑螟卵饲养的 23.26 d（t = - 4.163，df = 70）（P<0.001）；干果斑螟卵饲养的明小花蝽若虫的存活率略高于地中海粉斑螟卵饲养的（表 1）。由生命表构建的存活曲线可知，30 d 内干果斑螟卵饲养的明小花蝽存活率低于地中海粉斑螟卵饲养的，但在明小花蝽整个发育，2 种猎物饲喂的明小花蝽存活率较为接近（图 1）。

2.2　干果斑螟卵对明小花蝽成虫寿命、性比、产卵量及卵孵化率的影响

干果斑螟卵饲养的明小花蝽雌虫寿命为

表 1 干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵对明小花蝽若虫发育历期和存活率的影响

Table 1 The influence of *Cadra cautella* and *Ephestia kuehniella* eggs on nymph development duration and survival rate of *Orius nagaii*

猎物 Preys	发育历期（d） Development duration (d)	存活率（%） Survival rate (%)
干果斑螟卵 Eggs of *C. cautella*	21.05 ± 0.41	74
地中海粉斑螟卵 Eggs of *E. kuehniella*	23.26 ± 0.33 *	70

表中数据为平均值±标准误。*表示差异显著（P<0.05，t 检验）。表 2 同。

Data are mean ± SE. * indicates significant differences at the 0.05 level by t-test. The same as table 2.

32.00 d，显著短于地中海粉斑螟卵饲养的明小花蝽雌虫寿命 38.00 d（t = -2.159，df = 38）（P= 0.037）；而这 2 种猎物饲养的明小花蝽的雄虫寿命、单雌平均产卵量、卵的孵化率及性比均不存在显著性差异（P<0.05）（表 2）。

2.3 2 种猎物饲养明小花蝽的生命表参数评价

通过构建生命表，求解了明小花蝽的生命表参数。用干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵饲养的明小花蝽净增殖率（R_0）分别为 54.872 0 和 57.851 3，平均世代周期（T）分别为 38.873 6 d 和 38.175 8 d，内禀增长率（r_m）分别为 0.107 9 和 0.106 3，周限增长率（λ）分别为 1.102 5 和 1.112 2，且 2 种猎物饲养的明小花蝽的生命表参数均无显著性差异（表 3）。这说明干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵对明小花蝽的饲养效果接近，且均有利于明小花蝽的种群增长。

3 讨论与结论

本研究采用紫外线灭活后 -5 ℃存储的干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵饲喂明小花蝽，其若虫发育历期分别为 21.05 d 和 23.26 d，存活率均在 70%以上。研究表明冷冻处理的地中海粉斑螟卵饲喂无毛小花蝽、*O. thripoborus* 和 *O. naivashae*

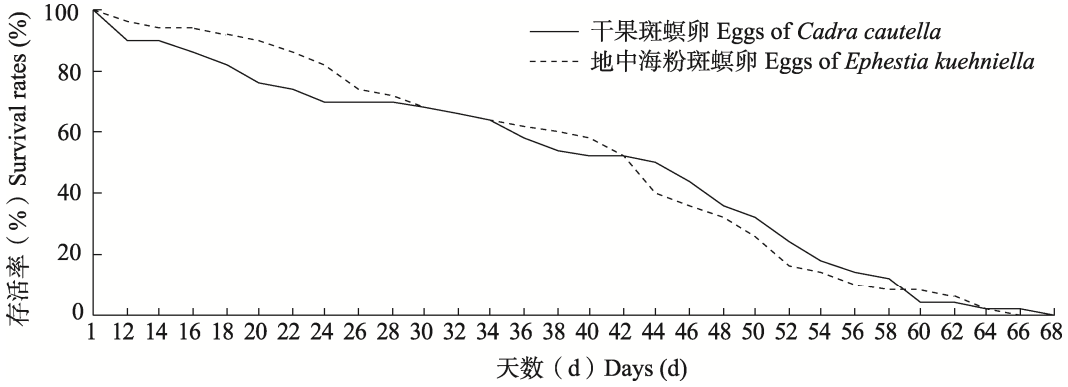

图 1 2 种猎物饲养的明小花蝽存活曲线

Fig. 1 The survival curve of *Orius nagaii* with two preys

表 2 干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵对明小花蝽成虫寿命、性比、产卵量及卵孵化率的影响

Table 2 The influence of *Cadra cautella* and *Ephestia kuehniella* eggs on longevity, sex ratio, fecundity and hatchability of *Orius nagaii*

猎物 Preys	雌虫寿命（d） Female longevity (d)	雄虫寿命（d） Male longevity (d)	单雌平均产卵量（粒） Mean number of eggs laid per female (grains)	孵化率（%） Hatchability (%)	性比（♀：♂） Sex ratio (♀：♂)
干果斑螟卵 Eggs of *C. cautella*	32.00 ± 2.15	23.40 ± 1.71	99.85 ± 10.41	38.27 ± 0.87	1.19：1
地中海粉斑螟卵 Eggs of *E. kuehniella*	38.00 ± 1.76 *	23.80 ± 1.81	106.40 ± 12.86	36.57 ± 2.19	1.03：1

表 3　2 种猎物饲养明小花蝽的生命表参数

Table 3　The life table parameter of *Orius nagaii* reared with two preys

猎物 Preys	净增殖率 R_0 Net reproductive rate	内禀增长率 r_m Intrinsic rate of natural increase	周限增长率 λ The finite rate of increase	世代平均周期（d） Mean generation time (d)
干果斑螟卵 Eggs of *C. cautella*	54.872 0	0.107 9	1.102 5	38.873 6
地中海粉斑螟卵 Eggs of *E. kuehniella*	57.851 3	0.106 3	1.112 2	38.175 8

的存活率均约为 90%，若虫发育历期约为 13 d（Bonte and De Clercq, 2008; 2010; Bonte *et al.*, 2017）。与这一结果相比，本研究中明小花蝽的存活率较低，发育历期较长。此外，与 Yano 等（2002）的研究结果相比，本研究中 2 种猎物饲养的明小花蝽若虫发育历期长于地中海粉斑螟卵饲喂的东亚小花蝽若虫发育历期（14 d）。这可能是由于不同的灭活方式影响替代猎物对天敌的饲喂效果，如液氮处理的地中海粉斑螟卵饲喂赤眼蜂 *Trichogramma* sp.的羽化率和生殖力显著低于紫外或 - 15 ℃冷藏处理的地中海粉斑螟卵饲喂的赤眼蜂（St-Onge *et al.*, 2014）；与 - 20 ℃冷藏的地中海粉斑螟卵相比，新鲜地中海粉斑螟卵显著延长了侧刺蝽 *Andrallus spinidens* 若虫的发育历期（Mohaghegh and Amir-Maafi, 2007）。因此，还应进一步比较干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵冷冻、辐射及液氮等不同处理对明小花蝽的饲喂效果，以得到最佳的灭活和保存方式。

尽管明小花蝽取食干果斑螟卵后其若虫存活率高于取食地中海粉斑螟卵，但在整个生长发育过程中，取食这 2 种猎物的明小花蝽存活率不存在显著性差异。Yano 等（2002）采用不同密度的地中海粉斑螟卵饲喂东亚小花蝽，发现在一定范围内地中海粉斑螟卵的密度越高，东亚小花蝽的存活率越高，当每 4 d 使用 30 粒地中海粉斑螟卵饲喂单头东亚小花蝽时其存活率最高为 76%。这与本研究中的若虫存活率相似，但本研究中每 2 d 使用干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵 50 粒，可能造成浪费，因此，猎物密度还需进一步优化。

本研究中取食干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵的明小花蝽在产卵量上无显著性差异，且均高于地中海粉斑螟卵饲喂的 *O. naivashae*（65.2 粒），但低于 *O. thripoborus*（129.3 粒），与东亚小花蝽（103.9 粒）相似，且高于干果斑螟卵饲喂的南方小花蝽（78.1 粒）（Yano *et al.*, 2002; Tuan *et al.*, 2016; Bonte *et al.*, 2017）。Ferkovich 和 Shapiro（2005）发现地中海粉斑螟卵中含有能提高狡小花蝽 *O. insidiosus* 产卵量的蛋白，这种蛋白也可能刺激明小花蝽的产卵，干果斑螟卵中是否也存在促进小花蝽产卵的物质有待进一步研究。本研究中明小花蝽的孵化率最高仅约为 38%，除猎物外可能还与小花蝽种类、温湿度和产卵基质等相关，如 *O. thripoborus* 和 *O. naivashae* 均以冰冻过的地中海粉斑螟卵为猎物时，孵化率分别为 66.80%和 73.60%（Bonte *et al.*, 2017）；棉红铃虫 *Pectinophora gossypiella* 卵饲喂的南方小花蝽在 24 ℃下孵化率为 39.24%，温度升高到 28 ℃孵化率为 54.37%，而 32 ℃下孵化率仅为 31.07%（Ali *et al.*, 2020）；狡小花蝽以豆角和辣椒为产卵基质孵化率分别为 47.60%和 61.90%（Lorenzo *et al.*, 2019）；此外，本研究中采用的产卵基质为迎春花嫩枝，以湿润的棉花球包裹保湿，随着时间的推移，迎春花部分发生萎蔫也严重影响卵的孵化率。因此，如何提高明小花蝽的孵化率还需综合考虑各种影响因素进一步研究。

构建生命表可评价不同猎物饲养明小花蝽的适合性。本研究中明小花蝽取食地中海粉斑螟卵和干果斑螟卵后种群的净增殖率、内禀增长率、周限增长率和世代平均周期均无显著差异，说明 2 种替代猎物对明小花蝽的饲喂效果相似。研究表明地中海粉斑螟卵饲喂的东亚小花蝽内禀增长率为 0.115 0，接近于本研究中的明小花

蝽（Yano *et al.*，2002）。干果斑螟卵饲喂的南方小花蝽内禀增长率为 0.167 7，高于本研究中的明小花蝽，但净增殖率（31.23）和世代平均周期（20.5 d）则较低（Tuan *et al.*，2016）。表明干果斑螟卵和地中海粉斑螟卵作为替代猎物均有利于明小花蝽的种群增长，但如何与其他饲养条件如温湿度、产卵基质等结合以达到最佳饲养效果还需进一步研究。另外替代猎物是否影响明小花蝽的捕食偏好性和捕食率仍需探索。

参考文献 (References)

Ali S, Zhu Q, Jaleel W, Rehman SU, Rasheed MA, Khan MM, Islam Y, Hafeez M, Zhou X, 2020. Determination of fitness traits of *Orius strigicollis* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae) on *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae) using two-sex life table analysis. *PeerJ*, 8: e9594.

Bonte J, Walle AVD, Conlong D, Clercq PD, 2017. Eggs of *Ephestia kuehniella* and *Ceratitis capitata*, and motile stages of the astigmatid mites *Tyrophagus putrescentiae* and *Carpoglyphus lactis* as factitious foods for *Orius* spp. *Journal of Insect Science*, 24(4): 613–622.

Bonte M, De Clercq P, 2008. Developmental and reproductive fitness of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets. *Journal of Economic Entomology*, 101(4): 1127–1133.

Bonte M, De Clercq P, 2010. Impact of artificial rearing systems on the developmental and reproductive fitness of the predatory bug, *Orius laevigatus*. *Journal of Insect Science*, 10(104): 1–11.

Chi H, Liu H, 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica*, 24(2): 225–240.

De Clercq P, Bonte M, Van Speybroeck K, Bolckmans K, Deforce K, 2010. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. *Pest Management Science*, 61(11): 1129–1132.

Ding Y, 2016. Temperature and prey species of *Orius minuius* Linnaeus influence growth and reproduction research. Master's dissertation. Ya'an: Sichuan Agricultural University. [丁尧, 2016. 温度和猎物种类对微小花蝽生长发育和繁殖影响的研究. 硕士学位论文. 雅安: 四川农业大学.]

Ferkovich S, Shapiro J, 2005. Enhanced oviposition in the insidious flower bug, *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) with a partially purified nutritional factor from prey eggs. *The Florida Entomologist*, 88(3): 253–257.

Ge Y, Camara I, Wang Y, Liu P, Zhang L, Xing Y, Li A, Shi W, 2018. Predation of *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) by *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) under different temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 111(6): 2599–2604.

Guo P, Ji SC, Li HL, Lu RJ, Kang DM, Qiu R, Li SJ, Wu YQ, 2020. Preliminary researches in mass rearing *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) on eggs of *Mythimna separate* (Lepidoptera: Noctuidae). *Chinese Journal of Biological Control*, 36(1): 145–149. [郭培, 姬素婵, 李慧玲, 鲁瑞杰, 康冬梅, 邱睿, 李淑君, 武予清, 2020. 粘虫卵饲养东亚小花蝽的初步研究. 中国生物防治学报, 36(1): 145–149.]

Hinomoto N, Muraji M, Noda T, Shimizu T, Kawasaki K, 2004. Identification of five *Orius* species in Japan by multiplex polymerase chain reaction. *Biological Control*, 31(3): 276–279.

Jensen K, Toft S, Srensen JG, Holmstrup M, 2021. Survival and predation rate of wild-caught and commercially produced *Orius majusculus* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae). *Bulletin of Entomological Research*, 112(3): 311–317.

Kim DS, Riedl H, 2005. Effect of temperature on development and fecundity of the predaceous plant bug *Deraeocoris brevis* reared on *Ephestia kuehniella* eggs. *Biocontrol*, 50(6): 881–897.

Liu M, Zhang CR, Ban FX, Shang XL, Liu SL, Zeng G, Guo J, 2021. Research progress on artificial rearing and application of *Orius*. *Guizhou Agricultural Sciences*, 49(2): 47–57. [刘梅, 张昌容, 班菲雪, 尚小丽, 刘少兰, 曾广, 郭军, 孙月华. 小花蝽人工饲养及应用研究进展. 贵州农业科学, 49(2): 47–57.]

Liu WJ, Zhang AS, Li LL, Meng XY, Zhang SC, Zhou XH, Yu Y, Xu HF, 2011. Effects of two live diets on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Heteroptera:Anthocoridae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(3): 566–568. [刘文静, 张安盛, 李丽莉, 门兴元, 张思聪, 周仙红, 于毅, 徐洪富, 2011. 二种活体饲料对东亚小花蝽生长发育和生殖的影响. 应用昆虫学报, 48(3): 566–568.]

Lorenzo ME, Bao L, Mendez L, Grille G, Basso C, 2019. Effect of two oviposition feeding substrates on *Orius insidiosus* and *Orius tristicolor* (Hemiptera: anthocoridae). *Florida Entomologist*, 102(2): 395.

Lv B, Sun M, Zhai YF, Chen H, Zhen L, Yu Y, 2017. Evaluation of the biocontrol capacity of predatory bug *Orius sauteri*, reared on *Sitotroga cerealella* eggs, on *Thrips palmi* based on predatory functional response. *Journal of Plant Protection*, 44(5): 875–876. [吕兵, 孙猛, 翟一凡, 陈浩, 郑礼, 于毅, 2017. 基于捕食功能反应评价麦蛾卵饲养东亚小花蝽对棕榈蓟马的控害效果. 植物保护学报, 44(5): 875–876.]

Moghaddassi Y, Ashouri A, Bandani AR, Leppla NC, Shirk PD, 2019. Effect of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) larval diet on egg quality and parasitism by *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Insect Science*, 19(4): 1–7.

Mohaghegh J, Amir-Maafi M, 2007. Reproduction of the predatory stinkbug *Andrallus spinidens* [F.] (Heteroptera: Pentatomidae) on live and frozen prey. *Applied Entomology and Zoology*, 42(1): 15–20.

Navarro CC, Wäckers FL, Pekas A, 2016. Impact of factitious foods and prey on the oviposition of the predatory mites *Gaeolaelaps aculeifer* and *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae). *Experimental and Applied Acarology*, 70(1): 69–78.

Ohno K, Takemoto H, 1997. Species composition and seasonal occurrence of *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae), predacious

natural enemies of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae), in eggplant fields and surrounding habitats. *Applied Entomology and Zoology*, 32(1): 27–35.

Riddick EW, 2008. Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: A mini-review. *Biocontrol*, 54(3): 325–339.

St-Onge M, Cormier D, Todorova S, Éric L, 2014. Comparison of *Ephestia kuehniella* eggs sterilization methods for *Trichogramma* rearing. *Biological Control*, 70: 73–77.

Sun BB, Hou ZR, Dong M, Li JP, Guo P, Guo HX, Yin Z, 2020. Functional response of *Orius sauteri* to the 1st-instar larvae of fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Plant Protection*, 47(4): 845–851. [孙贝贝, 侯峥嵘, 董民, 李金萍, 郭喜红, 尹哲, 2020. 东亚小花蝽对草地贪夜蛾 1 龄幼虫的捕食作用. 植物保护学报, 47(4): 845–851.]

Sun YX, Hao YN, Riddick EW, Liu TX, 2017. Factitious prey and artificial diets for predatory lady beetles: Current situation, obstacles, and approaches for improvement: A review. *Biocontrol Science and Technology*, 27(5): 601–619.

Tan XL, Wang S, Li XL, Zhang F, 2010. Optimization and application of microencapsulated artificial diet for *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *Acta Entomologica Sinica*, 53(8): 891–900. [谭晓玲, 王甦, 李修炼, 张帆, 2010. 东亚小花蝽人工饲料微胶囊剂型的研制及饲养效果评价. 昆虫学报, 53(8): 891–900.]

Tan XL, Wang S, Zhang F, 2013. Optimization an optimal artificial diet for the predatory bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *PLoS ONE*, 8(4): e61129.

Tian XJ, 2018. DNA barcoding of predatory ture bugs (Insecta: Hemiptera). Master's dissertation. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [田小娟, 2018. 捕食性蝽类昆虫的 DNA 条形码研究. 硕士学位论文. 北京: 中国农业科学院.]

Tuan SJ, Yang CM, Chung YT, Lai WH, Ding HY, Saska P, Peng SC, 2016. Comparison of demographic parameters and predation rates of *Orius strigicollis* (Hemiptera: Anthocoridae) fed on eggs of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 109(4): 1529–1538.

Van Lenteren JC, Roskam MM, Timmer R, 1997. Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. *Biological Control*, 10(2): 143–149.

Wang GP, Zhang F, Sun QT, Gao M, 2005. Research advances in mass rearing of *Orius* spp. *Natural Enemies of Insects*, 27(2): 83–90. [王广鹏, 张帆, 孙庆田, 高明, 2005. 小花蝽人工大量饲养研究进展. 昆虫天敌, 27(2): 83–90.]

Wang FH, Zhou WR, Wang R, 1996. Studies on the method of rearing *Orius sauteri*. *Chinese Journal of Biological Control*, 12(2): 49–51. [王方海, 周伟儒, 王韧, 1996. 东亚小花蝽人工饲养方法的研究. 中国生物防治学报, 12(2): 49–51.]

Wang T, Zhang P, Ma C, Yasir Ali M, Gao G, Lu Z, Zalucki MP, 2021. Is *Orius sauteri* Poppius a promising biological control agent for *Walnut aphids*? An assessment from the laboratory to field. *Insects*, 12(1): 25.

Watanabe M, Tagami Y, Miura K, Kageyama D, Stouthamer R, 2012. Distribution patterns of *Wolbachia* endosymbionts in the closely related flower bugs of the genus *Orius*: Implications for coevolution and horizontal transfer. *Microbial Ecology*, 64(2): 537–545.

Watanabe M, Yukuhiro F, Maeda T, Miura K, Kageyama D, 2014. Novel strain of *Spiroplasma* found in flower bugs of the genus *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae): Transovarial transmission, coexistence with *Wolbachia* and varied population density. *Microbial Ecology*, 67(1): 219–228.

Wu YQ, Zhao MQ, Yang SF, Duan Y, Jiang YL, 2010. Predations of *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) on four insect pests. *Chinese Journal of Biological Control*, 26(1): 13–17. [武予清, 赵明茜, 杨淑斐, 段云, 蒋月丽, 2010. 东亚小花蝽对四种害虫的捕食作用. 中国生物防治, 26(1): 13–17.]

Yang LW, Wang S, Zhang ZY, Zhang F, 2014. Preliminary researches in mass rearing of predatory natural enemy insect *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *Journal of Environmental Entomology*, 36(6): 971–977. [杨丽文, 王甦, 张志勇, 张帆, 2014. 米蛾卵饲养东亚小花蝽的关键点研究. 环境昆虫学报, 36(6): 971–977.]

Yang SF, Wu YQ, Duan Y, Jiang YL, Shen XW, Liu ST, Gao XG, 2009. Influence of Prey Species on growth, development and reproduction of *Orius sauteri*. *Scientia Agricultura Sinica*, 42(3): 900–905. [杨淑斐, 武予清, 段云, 蒋月丽, 申小卫, 刘顺通, 高新国, 2009. 猎物种类对东亚小花蝽生长发育繁殖的影响. 中国农业科学, 42(3): 900–905.]

Yano E, Watanabe K, Yara K, 2002. Life history parameters of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae) reared on *Ephestia kuehniella* eggs and the minimum amount of the diet for rearing individuals. *Journal of Applied Entomology*, 126(7/8): 389–394.

Yin Z, Li ZC, Cao ZW, Wang YP, Zhu LJ, Wang L, Guo HX, 2014. Progress of artificial propagation of *Orius sauteri* (Poppius) and its utilization. *China Plant Protection*, 34(6): 19–22. [尹哲, 李兆春, 曹泽文, 王燕萍, 朱娟利, 王璐, 郭喜红, 2014. 东亚小花蝽人工繁育与利用进展. 中国植保导刊, 34(6): 19–22.]

Zhang F, Zou WH, 2010. Evaluation of the feeding effect of an artificial substitute feed on *Orius sauteri* (Poppius). "Looking back sixty years, and innovation". Beijing Insects to the 60th Anniversary of the Publication. Beijing: 112–118. [张帆, 邹卫, 2010. 一种人工代饲料对东亚小花蝽 *Orius sauteri* (Poppius) 的饲养效果评价. "回眸六十年，再创新局面"——北京昆虫学会成立 60 周年纪念刊. 北京: 112–118.]

Zhang J, Zhi JR, Yang CY, Li SX, 2015. Investigation and identification of farmland *Orius* Wolff in Guizhou province. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 34(1): 36–40. [张骏, 郅军锐, 杨成源, 李顺欣, 2015. 贵州省农田小花蝽种类调查及鉴定. 山地农业生物学报, 34(1): 36–40.]

Zhao J, Guo X, Tan X, Desneux N, Zappala L, Zhang F, Wang S, 2017. Using *Calendula officinalis* as a floral resource to enhance aphid and thrips suppression by the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Management Science*, 73(3): 515–520.

Zhou WR, Wang R, 1989. Rearing of *Orius Sauteri* [Hem.: Anthccoridae] with natural and artificial diets. *Chinese Journal of Biological Control*, 5(1): 9–12. [周伟儒, 王韧, 1989. 用天然和人工饲料饲养小花蝽的研究. 生物防治通报, 5(1): 9–12.]