

蜜源植物对中华淡翅盲蝽寿命、 产卵和捕食量的影响*

吴凌洁^{1, 2**} 徐晓芳³ 秦燕¹ 赵登科¹ 王心平¹
缪媛媛¹ 刘晓微² 吕仲贤^{1, 2} 朱平阳^{1***}

(1. 浙江师范大学生命科学院, 金华 321004; 2. 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021;

3. 金华市农业技术推广与种子管理中心, 金华 321017)

摘要 【目的】明确蜜源植物益母草 *Leonurus japonicus*、向日葵 *Helianthus annuus* 和罗勒 *Ocimum basilicum* 对中华淡翅盲蝽 *Tytthus chinensis* 的影响, 为筛选合适的蜜源植物并应用于田间提供理论基础。

【方法】在室内条件下, 比较了益母草、向日葵以及罗勒的花对中华淡翅盲蝽寿命、产卵量和捕食量的影响。【结果】益母草、向日葵以及罗勒的花都显著延长中华淡翅盲蝽雌虫 ($P < 0.001$) 和雄虫 ($P = 0.04$) 的寿命, 其中, 雌虫寿命分别为清水对照的 1.35、1.36 和 1.33 倍, 雄虫寿命分别为清水对照的 1.61、1.53 和 1.44 倍, 但对中华淡翅盲蝽雌虫产卵量没有显著影响 ($P = 0.239$)。益母草、向日葵以及罗勒的花显著提高了中华淡翅盲蝽雌虫 ($P < 0.001$) 和雄虫 ($P < 0.001$) 捕食量, 其中雌虫的捕食量分别为清水对照的 1.73、1.53 和 1.95 倍, 雄虫的捕食量分别为清水对照的 1.52、1.52 和 2.24 倍。【结论】益母草、向日葵以及罗勒能够显著增加中华淡翅盲蝽雌虫和雄虫的寿命和捕食量。本研究结果为稻田系统利用合适蜜源植物促进褐飞虱 *Nilaparvata lugens* 关键天敌中华淡翅盲蝽提供理论支持。

关键词 中华淡翅盲蝽; 益母草; 向日葵; 罗勒; 寿命; 产卵量; 捕食量

Impact of some nectar producing plants on the longevity, fecundity, and predatory efficiency, of *Tytthus chinensis*

WU Ling-Jie^{1, 2**} XU Xiao-Fang³ QIN Yan¹ ZHAO Deng-Ke¹ WANG Xin-Ping¹
MIAO Yuan-Yuan¹ LIU Xiao-Wei² LÜ Zhong-Xian^{1, 2} ZHU Ping-Yang^{1***}

(1. College of Life Science, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China; 2. Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agriculture Sciences, Hangzhou 310021, China; 3. Jinhua Agricultural Technology Extension and Seed Administration Center, Jinhua 321017, China)

Abstract 【Aim】To evaluate the effect of the nectar producing plants, *Leonurus japonicus*, *Helianthus annuus*, and *Ocimum basilicum*, on the longevity, fecundity, and predatory function, of *Tytthus chinensis*, an important natural enemy of the rice planthopper, and thereby provide a theoretical basis for selecting nectar producing plants that enhance the biological control function of *T. chinensis*. 【Methods】The impact of the above nectar producing plants on the longevity, fecundity, and predation rate of *T. chinensis* were compared under indoor conditions. 【Results】Flowers of *L. japonicus*, *H. annuus*, and *O. basilicum* significantly ($P < 0.001$) extended the longevity of female *T. chinensis* by 1.35, 1.36 and 1.33 times, respectively, compared to the female control group, and male longevity by 0.61, 0.53, and 0.44 times, respectively ($P = 0.04$), compared to the male control group. However, flowers of these plant species had no significant effect ($P = 0.239$) on the fecundity of *T. chinensis* females. The flowers of *L. japonicus*, *H. annuus*, and *O. basilicum* significantly ($P < 0.001$) increased predation rate of female *T. chinensis* by 1.73, 1.53, and 1.95 times, respectively, compared to the female control, and that of males by 1.52,

*资助项目 Supported projects: 国家重点研发计划项目 (2023YFD1400800); 浙江省农业重大技术协同计划 (2023XTTGLY0101)

**第一作者 First author, E-mail: 13586160805@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: zpy85@163.com

收稿日期 Received: 2025-02-10; 接受日期 Accepted: 2025-03-28

1.52, and 2.24 times, respectively ($P < 0.001$). **[Conclusion]** The nectar producing plants *L. japonicus*, *H. annuus*, and *O. basilicum* significantly increase the longevity of both female and male *T. chinensis* and the predation rate of both sexes of this species. Our results provide theoretical support for using suitable nectar producing plants to improve the performance of *T. chinensis* as a biological control agent.

Key words *Tytthus chinensis*; *Leonurus japonicus*; *Helianthus annuus*; *Ocimum basilicum*; longevity; fecundity; predation amount

中华淡翅盲蝽 *Tytthus chinensis*, 隶属于半翅目 Hemiptera 盲蝽科 Miridae 淡翅盲蝽属 *Tytthus*, 是水稻主要害虫稻飞虱的重要捕食性天敌, 在国内秦岭-淮河以南地区广泛存在 (Qiao *et al.*, 2016; 祝梓杰等, 2017)。虽然中华淡翅盲蝽的卵期、若虫期和成虫期受温度等环境因素影响显著, 其最适温度为 26-30 °C, 但在高温条件下, 中华淡翅盲蝽也能够调节自身生理机能来应对热胁迫来维持较高的发育和繁殖能力 (Bai *et al.*, 2022)。这些特性使得中华淡翅盲蝽在水稻害虫生物防治领域具有巨大的潜力和应用价值。保护生物防治旨在通过生境管理增加农田害虫天敌, 通常采取有目的地提供富含花粉、花蜜或花外蜜源的蜜源植物作为食物源, 促进农作物生境中害虫天敌的种群数量 (赵紫华等, 2013; 陈学新等, 2014; Foti *et al.*, 2017; Jaworski *et al.*, 2019; Colazza *et al.*, 2023)。已有大量研究表明蜜源植物可以增加害虫节肢动物天敌的捕食搜索效率、成虫寿命和产卵量 (Gurr *et al.*, 2004)。例如: 芝麻花 *Sesamum indicum* 能够显著延长稻飞虱天敌稻虱缨小蜂 *Anagrus nilaparvatae* 的寿命 (Zhu *et al.*, 2015)。荞麦 *Fagopyrum esculentum* 和罗勒 *Ocimum basilicum* 能够显著增加稻蝽沟卵蜂 *Trissolcus basalis* 的繁殖力 (Foti *et al.*, 2017)。在我国山东等地区的麦田里布局蜜源植物蛇床 *Cnidium monnieri* 能够涵养龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*、异色瓢虫 *Harmonia axyridis* 等捕食性天敌 (杨泉峰等, 2018), 蛇床也能增强捕食螨双尾新小绥螨 *Neoseiulus bicaudus* 的寿命和产卵量 (Han *et al.*, 2024)。方艳等 (2021) 研究表明, 农田边种植波斯菊 *Cosmos bipinnata* 等蜜源植物的植物带能够显著提升捕食性天敌的种群数量。在棉花田埂上种植蛇床、油菜 *Brassica campestris*、薄荷 *Mentha haplocalyx* 和罗勒可以涵养多异瓢虫

Hippodamia variegata、中华通草蛉 *Chrysoperla sinica* 和东亚小花蝽 *Orius sauteri* 等捕食性天敌 (彭雪凡等, 2024)。

目前关于中华淡翅盲蝽的研究主要集中在温度、猎物、寄主植物以及其他环境因素对其的影响 (乔飞等, 2016), 蜜源植物对其生态适应性是否有影响还未有研究。只有合适的蜜源植物才能实现提高实际农田的害虫防控的目的, 而花序类型是筛选合适蜜源植物的最重要特征 (朱平阳等, 2021)。本研究以益母草 *Leonurus japonicus* (唇形科 Labiata 益母草属 *Leonurus*, 聚伞花序, 花期 6-9 月)、向日葵 *Helianthus annuus* (菊科 Asteraceae 向日葵属 *Helianthus*, 头状花序, 花期为 7-9 月) 和罗勒 (唇形科罗勒属 *Ocimum*, 圆锥花序, 花期为 7-9 月) 3 种花序不同且花期长、易生长的蜜源植物, 在室内测定了 3 种蜜源植物对中华淡翅盲蝽寿命、产卵量以及捕食量的影响。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

供试中华淡翅盲蝽成虫采自浙江省农作物病虫监测网金华区域站 (29.018 652°N, 119.626 075°E) 的稻田, 田间种群采回实验室后, 用含褐飞虱 *Nilaparvata lugens* 卵的 TN1 水稻苗继代饲养于人工气候室中, 饲养条件设置为温度为 (25 ± 1) °C, 相对湿度为 70% ± 10%, 光周期为 14 L : 10 D。继代饲养 5 代后用于试验。

1.2 供试植物

试验所用蜜源植物益母草、向日葵、罗勒种子为市售。于 2024 年 5 月 27 日播种于浙江省农作物病虫监测网金华区域站 (29.018 652°N, 119.626 075°E)。待其开花后用于试验。试验所

用 TN1 水稻苗播种于浙江省农作物病虫监测网金华区域站稻田内, 常规管理, 取 30 日龄的无病虫苗, 去老叶洗净后用于试验。水稻生长期间不使用任何农药。

1.3 蜜源植物对中华淡翅盲蝽寿命和产卵量的影响

将花泥(成分为酚醛塑料, 义乌市咖艺电子商务商行售)裁成圆形(直径 8 cm、厚度 3 cm)并用保鲜膜包裹后, 装入圆柱形聚酯薄膜筒(高 25 cm、直径 10 cm)中, 在花泥左右端边缘 1 cm 处各留直径 1 cm 的小孔, 设置不同处理: (1) 清水对照, 花泥一端放置根部用湿棉球包裹的 30 日龄 TN1 水稻苗, 另一端放置清水棉花球; (2) 10% 蜂蜜水, 花泥一端放置 30 日龄 TN1 水稻苗, 另一端放置带有 10% 蜂蜜水的棉球; (3) 蜜源植物处理, 花泥一端放置 30 日龄的 TN1 水稻苗, 另一端放置盛开的供试蜜源植物花束。在每个装置中先引入 4 头怀卵飞虱, 产卵 1 d 后再引入初羽化($< 8\text{ h}$)的中华淡翅盲蝽雌虫和雄虫各 1 头。每日上午 9:00-12:00 观察中华淡翅盲蝽的存活情况, 直至死亡, 每 3 d 更换水稻苗、营养源以及去除原先 4 头怀卵褐飞虱再引入 4 头怀卵褐飞虱。在体视显微镜(SE2200, 南京江南永新光学有限公司)下观察 TN1 水稻苗上中华淡翅盲蝽的产卵情况并记录。每处理设置 20 个重复。

1.4 蜜源植物对中华淡翅盲蝽捕食量的影响

参考郑徐松等(2017)的方法, 取 30 日龄 TN1 水稻苗单株洗净并剥除老叶后放置于玻璃指形管(高 7 cm、直径 3 cm)中, 再接入 5 头怀卵褐飞虱, 产卵 2 d 后, 取褐飞虱产卵量相近的卵苗用于试验。将卵苗单株放入上述带花泥的圆柱形聚酯薄膜筒中。设置处理: (1) 清水对照, 花泥一端放置根部用棉花包裹的褐飞虱卵苗, 另一端放置清水棉花球; (2) 10% 蜂蜜水, 花泥一端放置褐飞虱卵苗, 另一端放置带有 10% 蜂蜜水的棉花球; (3) 蜜源植物处理, 花泥一端放置褐飞虱卵苗, 另一端放置开花的供试蜜源植物。在每个装置中引入 1 头初羽化($< 8\text{ h}$)的中华淡

翅盲蝽雌虫或雄虫。每 3 d 更换水稻苗、营养源以及去除原先 4 头怀卵褐飞虱再引入 4 头怀卵褐飞虱。在体视显微镜下观察 TN1 水稻苗上中华淡翅盲蝽的捕食飞虱卵数并记录。每处理 10 个重复。

1.5 数据分析

用 SPSS 27.0 软件进行数据统计分析, 益母草、向日葵、罗勒对中华淡翅盲蝽寿命、产卵量以及捕食量的影响采用单因素方差分析, 采用 Duncan 氏新复极差法进行多重比较, 若方差不齐采用 Welch 法和 Tamhane 法分析。若不符合正态分布, 采用 Kruskal-Wallis 法进行非参数检验。图表绘制在 GraphPad Prism 10.1.2 软件中进行。

2 结果与分析

2.1 蜜源植物对中华淡翅盲蝽寿命的影响

在有 10% 蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花存在时, 中华淡翅盲蝽雌虫的寿命显著高于仅有清水的对照处理($df = 4$, $F = 6.093$, $P < 0.001$), 且 10% 蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花处理间无显著差异($df = 3$, $F = 1.389$, $P = 0.260$)(图 1: A)。在有 10% 蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花存在时, 中华淡翅盲蝽雄虫的寿命显著高于仅有清水的对照处理($df = 4$, $F = 4.196$, $P = 0.004$), 且 10% 蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花处理间无显著差异($df = 3$, $F = 0.434$, $P = 0.730$)(图 1: B)。

2.2 蜜源植物对中华淡翅盲蝽产卵量的影响

在有清水对照、10% 蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花处理间, 中华淡翅盲蝽的产卵量无显著差异($df = 4$, $F = 1.423$, $P = 0.239$)(图 2)。

中华淡翅盲蝽雄虫和雌虫存活率随时间延长而下降。在仅有清水存在时, 中华淡翅盲蝽雄虫存活率从羽化后 6 d 开始下降, 在 24 d 时全部死亡; 雌虫存活率从羽化后 9 d 开始下降, 在 21 d 时全部死亡, 在有益母草、向日葵和罗勒的花存

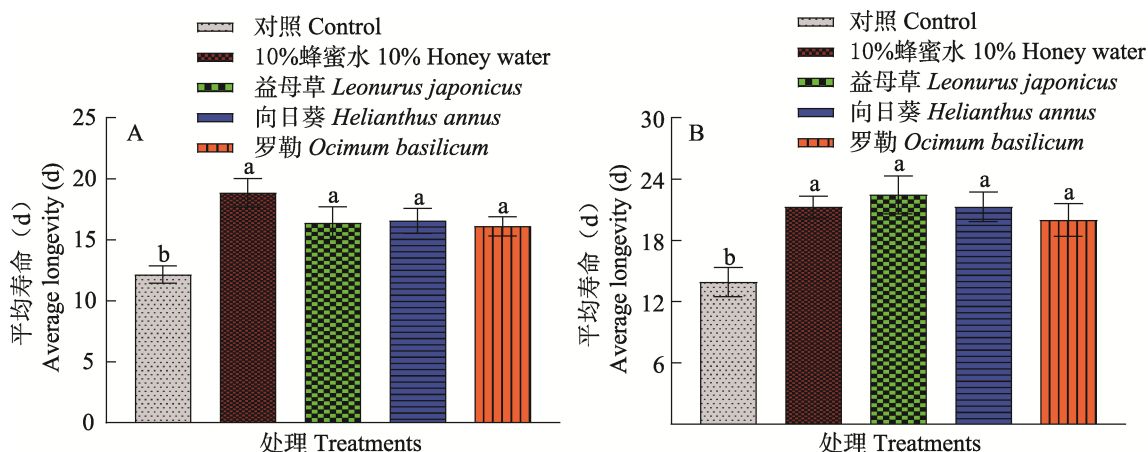


图 1 蜜源植物对中华淡翅盲蝽寿命的影响

Fig. 1 Effects of nectar plants on the longevity of *Tyttus chinensis*

A. 雌虫; B. 雄虫。图中对照为清水, 下同。图中数据为平均值±标准误, 柱上标有不同字母表示显著差异 ($P < 0.05$, Duncan 氏新复极差法检验)。

A. Female; B. Male. The control in the picture is water, the same below. Data in the figure are mean±SE. Different letters above bars indicate significant difference ($P < 0.05$, Duncan's multiple range test).

在时, 雄虫存活率分别从羽化后 15、12 和 12 d 开始下降, 雌虫存活率从羽化后 12 d 开始下降 (图 3: A, B)。

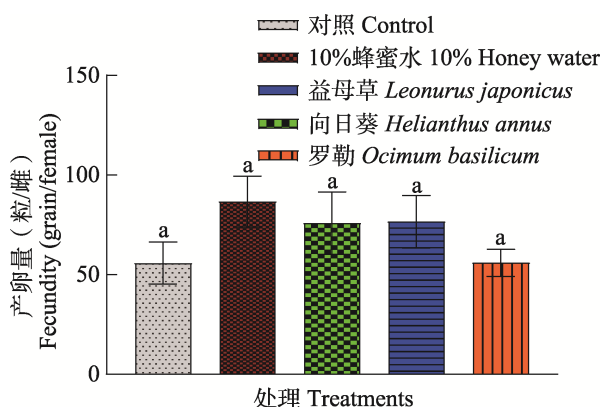


图 2 蜜源植物对中华淡翅盲蝽产卵量的影响

Fig. 2 Effects of nectar plants on the fecundity of *Tyttus chinensis*

图中数据为平均值±标准误, 柱上标有相同字母表示无显著差异 ($P > 0.05$, Duncan 氏新复极差法检验)。

Data in the figure are presented as mean±SE. Same letters above bars indicate no significant difference ($P > 0.05$, Duncan's multiple range test).

中华淡翅盲蝽雌虫产卵量随时间延长呈现先上升后下降的趋势, 且每组中雌虫的最高产卵量有所不同。3、15 和 18 d 时, 清水对照、10%

蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花处理间中华淡翅盲蝽雌虫的产卵量无显著差异 (3 d: $df = 4$, $H = 4.142$, $P = 0.387$; 15 d: $df = 4$, $H = 6.438$, $P = 0.169$; 18 d: $df = 4$, $H = 2.262$, $P = 0.688$), 第 6 天时在有向日葵花的处理组和益母草花的处理组之间存在显著差异 ($df = 4$, $H = 10.217$, $P = 0.037$), 其余各组间无显著差异 ($df = 2$, $H = 1.751$, $P = 0.417$), 第 9 天时罗勒花处理组的产卵量显著低于其他处理组 ($df = 4$, $H = 10.505$, $P = 0.033$), 第 12 天时 10% 蜂蜜水处理组中华淡翅盲蝽雌虫的产卵量显著高于罗勒花和清水对照组 ($df = 4$, $H = 9.614$, $P = 0.047$), 其余各组间无显著差异 ($df = 1$, $H = 1.403$, $P = 0.236$)。由于 21 d 时清水对照组全部死亡, 因此之后时间段不做分析 (图 4)。

2.3 蜜源植物对中华淡翅盲蝽捕食量的影响

在有 10% 蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花存在时, 中华淡翅盲蝽雌虫总捕食量显著高于仅有清水的对照处理 ($df = 4$, $F = 46.514$, $P < 0.001$), 且在 10% 蜂蜜水处理时, 中华淡翅盲蝽雌虫的总捕食量显著高于益母草花、向日葵花、罗勒花处理 ($df = 3$, $F = 22.724$, $P < 0.001$),

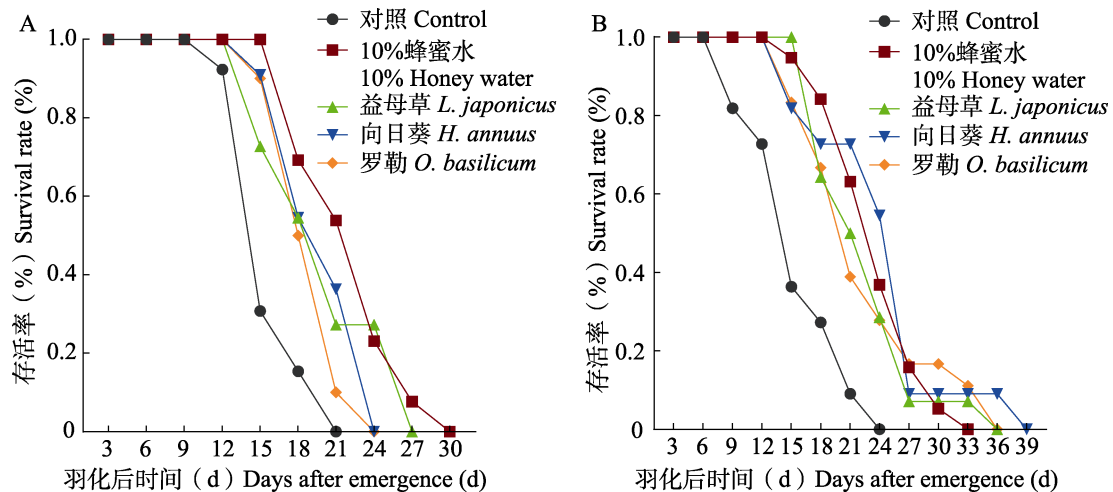


图3 蜜源植物对中华淡翅盲蝽雌虫 (A) 和雄虫 (B) 存活率的影响

Fig. 3 Effects of nectar plants on the survival rate of female (A) and male (B) *Tyttus chinensis*

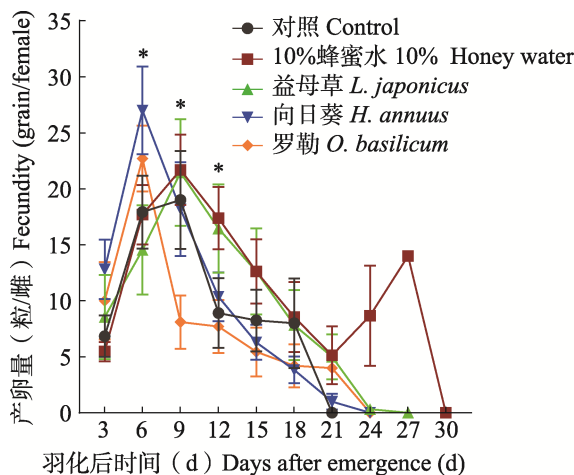


图4 蜜源植物对中华淡翅盲蝽雌虫产卵量影响

Fig. 4 Effects of nectar plants on the fecundity of *Tyttus chinensis* females

图中数据为平均值±标准误, 柱上标有星号表示显著差异 ($P < 0.05$, Kruskal-Wallis 法)。

Data in the figure are mean±SE. The columns marked with an asterisk indicate significant difference ($P < 0.05$, Kruskal-Wallis test).

但益母草花、向日葵花、罗勒花处理间无显著差异 ($df = 2$, $F = 2.311$, $P = 0.119$) (图 5: A)。相似地, 在有 10% 蜂蜜水、益母草花、向日葵花、罗勒花存在时, 中华淡翅盲蝽雄虫总捕食量显著高于仅有清水的对照处理 ($df = 4$, $F = 48.137$, $P < 0.001$), 且 10% 蜂蜜水与罗勒花处理间无显著差异 ($df = 4$, $F = 48.137$, $P = 1.000$), 益母草花与向日葵花处理间无显著差异 ($df = 4$, $F = 48.137$, $P = 1.000$), 但有 10% 蜂蜜水时, 捕食

量显著高于益母草花和向日葵花处理组 ($df = 2$, $F = 40.765$, $P < 0.001$), 在有罗勒花时, 捕食量显著高于益母草花和向日葵花处理组 ($df = 2$, $F = 15.599$, $P < 0.001$) (图 5: B)。

3 讨论

自 Landis 等 (2000) 提出通过生境管理来保护农业生态系统中害虫的天敌, 在利用蜜源植物促进农田生态系统中害虫天敌种群数量方面已开展了广泛研究 (Gurr *et al.*, 2017)。但目前有关蜜源植物对中华淡翅盲蝽的生态适应性研究较少, 本研究探索了蜜源植物益母草、向日葵、罗勒对中华淡翅盲蝽寿命、产卵量以及捕食量的影响, 结果发现和清水对照相比, 3 种蜜源植物都能够显著增加中华淡翅盲蝽雌虫和雄虫的寿命, 然而, 对中华淡翅盲蝽的产卵量没有显著影响, 这和谢宇凯等 (2018) 发现不同生存基质能够显著延长中华淡翅盲蝽寿命, 但对其产卵量没有显著影响相似。中华淡翅盲蝽产卵量随时间呈现先上升后下降的趋势, 3 d 产卵量除 6、9 和 12 d 时部分处理组之间存在显著差异, 其余时间段和各处理组之间无显著差异, 在生命后期虽然中华淡翅盲蝽依然存活, 但是产卵量减少或者不产, 因此, 虽然寿命延长, 但产卵量没有显著差异。此外, Hatt 和 Osawa (2019) 研究发现喂食紫苏 *Perilla frutescens* 的捕食性天敌异色瓢虫, 其雌虫和雄虫的寿命显著高于没有喂食的异

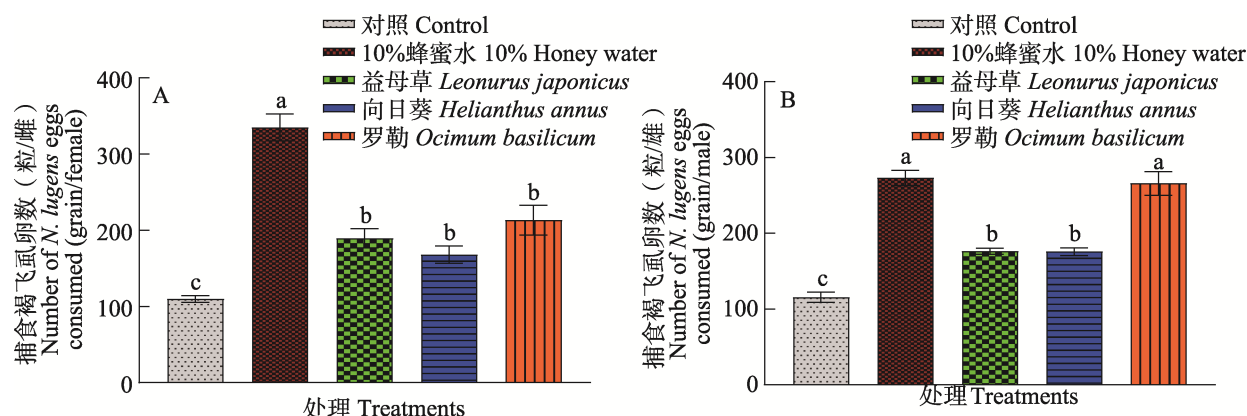


图 5 蜜源植物对中华淡翅盲蝽雌虫 (A) 和雄虫 (B) 捕食量的影响

Fig. 5 Effects of nectar plants on the predation of female (A) and male (B) *Tythus chinensis* on rice planthopper eggs

图中数据为平均值±标准误, 柱上标有不同字母表示显著差异 ($P < 0.05$, Tamhane 检验)。

Data in the figure are mean±SE. Different letters above bars indicate significant difference ($P < 0.05$, Tamhane test).

色瓢虫寿命。Zhu 等 (2023) 研究发现百香果 *Passiflora edulia* 和罗勒不但能够显著延长稻螟赤眼蜂 *Trichogramma bilengensis* 寿命也能够增加其寄生量。Araj 等 (2019) 的研究也表明芥菜 *Capsella bursa-pastoris*、白芝麻 *Diplotaxis eruroides*、荞麦 *Fagopyrum esculentum* 和香雪球 *Lobularia maritima* 能显著延长烟粉虱 *Bemisia tabaci* 寄生性天敌浆角蚜小蜂 *Eretmocerus mundus* 的寿命和寄生量。Winkler 等 (2006) 发现荞麦存在能够显著增强半闭弯尾姬蜂 *Diadegma semiclausum* 的寄生率。蜜源植物对捕食性天敌和寄生性天敌产卵量的影响存在差异, 推测是由于寄生性天敌大多为卵熟型, 自羽化后雌蜂大部分卵已成熟, 只需补充碳水化合物为主的营养物质, 促进其活力和寿命, 寄生量也会得以提高。而捕食性天敌猎物的蛋白质、脂质含量较高, 优于花粉花蜜, 它们以猎物为主要食物, 增加其猎物数量能够有效提高其产卵量 (乔飞等, 2016), 但蜜源植物花中所含的花蜜主要成分为糖类 (Tompkins *et al.*, 2010), 而其产卵所需的氨基酸和脂肪酸在花蜜中含量较少 (席博等, 2013)。即添加蜜源植物不一定能够促进其卵的形成与发育。本研究表明, 蜜源植物能够显著提高中华淡翅盲蝽的捕食量, 推测是由于通过蜜源植物补充营养后, 其对猎物的搜寻能力增强, 能够捕食的猎物数

量增多 (Lewis *et al.*, 1998; 汪庚伟等, 2014), 以及寿命的延长、生存仍需要食物, 因此, 中华淡翅盲蝽捕食量显著增多。

已有研究表明, 花序类型是筛选适合寄生蜂蜜源植物的最重要特征 (朱平阳等, 2021)。花序类型主要分为有限花序和无限花序两大类。本研究所选的 3 种蜜源植物益母草、向日葵和罗勒分别为聚伞花序、头状花序和圆锥花序, 其中聚伞花序为有限花序, 后两者为无限花序。3 种花序均为常见的植物花序, 由多朵小花组成, 但三者的形态结构之间存在差异: 聚伞花序顶端的花先开, 侧枝后开, 花常呈伞状, 头状花序中的花朵密集排列, 包含管状花和舌状花, 花由外向内开放, 呈现半球形, 而圆锥花序由下向上开花, 分枝多且松散, 呈现圆锥形 (Endress, 2010; Zhang and Elomma, 2024)。且研究表明益母草能够显著促进东亚小花蝽的生长发育和存活率 (Zhang *et al.*, 2021)。向日葵能够增加玉米田中华婪步甲 *Harpalus sinicus*、异色瓢虫和白斑狼蛛 *Striped soldier* 等天敌群落数量 (贾永超等, 2019)。张宇皓等 (2016) 研究发现, 罗勒的挥发物能显著吸引稻虱缨小蜂和二化螟盘绒茧蜂 *Apanteles chilonis*。

除了对天敌昆虫有促进作用, 蜜源植物还能够调节农田生态系统中的生物多样性。农业集约化、栖息地丧失以及农药的使用都会导致农田中

生物多样性丧失,田间试验也证实,在农田生态系统中种植蜜源植物能够增加农田害虫天敌的数量和丰度,进而能有效控制害虫的种群数量 (Qian *et al.*, 2021; Liang *et al.*, 2024; Howard *et al.*, 2025; Jachowicz and Sigsgaard, 2025)。本研究通过室内试验测定了益母草、向日葵和罗勒对中华淡翅盲蝽的寿命、产卵量和捕食量的影响,3种蜜源植物都能够显著延长中华淡翅盲蝽雌虫和雄虫的寿命以及捕食量,因此,室内试验表明益母草、向日葵和罗勒都是可以促进中华淡翅盲蝽生态适应性的蜜源植物。但还有待田间试验进一步验证,明确在田间种植益母草、向日葵和罗勒对中华淡翅盲蝽种群动态和对稻飞虱控害能力的影响。田间应用时,考虑到这3种蜜源植物、水稻、水稻害虫的物候,蜜源植物通过分批播种,可以实现整个水稻生长期有盛开的蜜源植物,第一批宜在水稻种植前1月内在稻田地势较高的田埂上进行条播或穴播,水稻播种或移栽后1周内后进行第二批播种,具体的田间蜜源植物布局方式还有待根据不同区域,进行相应田间试验来确定。

参考文献 (References)

- Araj SE, Shields MW, Wratten SD, 2019. Weed floral resources and commonly used insectary plants to increase the efficacy of a whitefly parasitoid. *BioControl*, 64(5): 553–561.
- Bai YL, Quais MK, Zhou WW, Zhu ZR, 2022. Consequences of elevated temperature on the biology, predation, and competitiveness of two mirid predators in the rice ecosystem. *Journal of Pest Science*, 95(2): 901–916.
- Chen XX, Liu YQ, Ren SX, Zhang F, Zhang WQ, Ge F, 2014. Plant-mediated support system for natural enemies of insect pests. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(1): 1–12. [陈学新, 刘银泉, 任顺祥, 张帆, 张文庆, 戈峰, 2014. 害虫天敌的植物支持系统. *应用昆虫学报*, 51(1): 1–12.]
- Colazza S, Peri E, Cusumano A, 2023. Chemical ecology of floral resources in conservation biological control. *Annual Review of Entomology*, 68: 13–29.
- Endress PK, 2010. Disentangling confusions in inflorescence morphology: Patterns and diversity of reproductive shoot ramification in angiosperms. *Journal of Systematics and Evolution*, 48(4): 225–239.
- Fang Y, Wang J, Qin Y, Wang S, Jin ZY, Li S, 2021. Effect of nectar plant *Cosmos bipinnata* on the population dynamics of predatory natural enemies. *Chinese Journal of Biological Control*, 37(5): 877–844. [方艳, 王杰, 覃杨, 王甦, 金振宇, 李姝, 2021. 蜜源植物波斯菊对捕食性天敌种群动态的影响. *中国生物防治学报*, 37(5): 877–884.]
- Foti MC, Rostás M, Peri E, Park KC, Slimani T, Wratten SD, Colazza S, 2017. Chemical ecology meets conservation biological control: Identifying plant volatiles as predictors of floral resource suitability for an egg parasitoid of stink bugs. *Journal of Pest Science*, 90(1): 299–310.
- Gurr GM, Wratten SD, Altieri MA, 2004. *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*. Australia: Csiro Publishing. 165.
- Gurr GM, Wratten SD, Landis DA, You MS, 2017. Habitat management to suppress pest populations: Progress and prospects. *Annual Review of Entomology*, 62: 91–109.
- Han Y, Lipeizhong W, Liang XQ, Cai ZP, Liu WR, Dou JF, Lu YH, Zhang JP, Wang SS, Su J, 2024. Effects of various nectar and pollen plants on the survival, reproduction, and predation of *Neoseiulus bicaudus*. *Insects*, 15(3): 190.
- Hatt S, Osawa N, 2019. The role of *Perilla frutescens* flowers on fitness traits of the ladybird beetle *Harmonia axyridis*. *BioControl*, 64(2): 381–390.
- Howard C, Fountain MT, Brittain C, Burgess PJ, Garratt MPD, 2025. Flower margins support natural enemies adjacent to apple orchards but evidence of spill-over is mixed. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 379: 109327.
- Jachowicz N, Sigsgaard L, 2025. Highly diverse flower strips promote natural enemies more in annual field crops: A review and meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 381(5): 109412.
- Jaworski CC, Xiao D, Xu QX, Ramirez-Romero R, Guo XJ, Wang S, Desneux N, 2019. Varying the spatial arrangement of synthetic herbivore-induced plant volatiles and companion plants to improve conservation biological control. *Journal of Applied Ecology*, 56(5): 1176–1188.
- Jia YC, Yu T, Zhang XM, Li Q, 2019. Arthropods community characteristics of natural enemies of pests under different intercropping patterns in maize fields. *Journal of Southern Agriculture*, 50(7): 1496–1504. [贾永超, 禹田, 张晓明, 李强, 2019. 不同间作模式玉米田天敌节肢动物群落特征. *南方农业学报*, 50(7): 1496–1504.]
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45(1): 175–201.
- Lewis WJ, Stapel JO, Cortesero AM, Takasu K, 1998. Understanding how parasitoids balance food and host needs: Importance to biological control. *Biological Control*, 11(2): 175–183.
- Liang XY, Ouyang F, Zhang XR, Sun YC, Li Z, Ge F, 2024. Increasing the proportion of flower strip area in farmland promotes natural enemies to enhance aphid biocontrol and wheat yield. *Entomologia Generalis*, 44(5): 1183–1192.

- Peng XF, Zhou XT, Maihemuti · Weinire, Shangguan YL, Ge F, Zhang JP, Cai ZP, 2024. Effects of different functional plants on cotton aphids and their predatory natural enemies. *Journal of Plant Protection*, 51(1): 39–49. [彭雪凡, 周晓通, 维尼热·买合木提, 上官一磊, 戈峰, 张建萍, 蔡志平, 2024. 不同功能植物对棉花蚜虫及其捕食性天敌的影响. 植物保护学报, 51(1): 39–49.]
- Qiao F, Zhu QZ, Wang XQ, Wang GH, Gurr GM, Zhu ZR, Heong KL, Cheng JA, 2016. Reciprocal intraguild predation between two mirid predators, *Cyrtorhinus lividipennis* and *Tytthus chinensis* (Hemiptera: Miridae). *Biocontrol Science and Technology*, 26(9): 1267–1284.
- Qiao F, Wang GH, Wang XQ, Hu Y, Zhu ZR, Cheng JA, 2016. Preliminary study of intraguild predation by generalist predators on two mirids in ear-stage paddy fields. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 53(5): 1091–1102. [乔飞, 王光华, 王雪芹, 胡阳, 祝增荣, 程家安, 2016. 稻田穗期主要捕食性天敌对两种盲蝽集团内捕食的初步研究. 应用昆虫学报, 53(5): 1091–1102.]
- Qian P, Bai YL, Zhou WW, Yu H, Zhu ZJ, Wang GY, Quais MK, Li FQ, Chen Y, Tan Y, Shi XX, Wang XQ, Zhong XM, Zhu ZR, 2021. Diversified bund vegetation coupled with flowering plants enhances predator population and early-season pest control. *Environmental Entomology*, 50(4): 842–851.
- Tompkins JL, Wratten SD, Wäckers FL, 2010. Nectar to improve parasitoid fitness in biological control: Does the sucrose: Hexose ratio matter? *Basic and Applied Ecology*, 11(3): 264–271.
- Wang GW, Tian JC, Zhu PY, Zheng XS, Xu HX, Yang YJ, Lü ZX, 2014. Effects of sugar-rich foods on the longevity, fecundity and pest control capacity of arthropod natural enemies. *Acta Entomologica Sinica*, 57(8): 979–990. [汪庚伟, 田俊策, 朱平阳, 郑许松, 徐红星, 杨亚军, 吕仲贤, 2014. 蜜源食物对节肢动物天敌寿命、繁殖力和控害能力的影响. 昆虫学报, 57(8): 979–990.]
- Winkler K, Wäckers F, Bukovinskine-Kiss G, van Lenteren J, 2006. Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic and Applied Ecology*, 7(2): 133–140.
- Xi B, Zhang ZY, Hou YM, Shi ZH, 2013. Effects of host plants on the developmental duration, feeding and reproduction of the nipa palm hispid, *Octodonta nipae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Acta Entomologica Sinica*, 56(7): 799–806. [席博, 张秩勇, 侯有明, 石章红, 2013. 寄主植物对水椰八角铁甲发育历期、取食和繁殖的影响. 昆虫学报, 56(7): 799–806.]
- Xie YK, Zheng XS, Tian JC, Zhang DY, Lü ZX, 2018. Effects of different survival substrates on growth, development and reproduction of *Tytthus chinensis*. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 30(3): 432–436. [谢宇凯, 郑许松, 田俊策, 张大羽, 吕仲贤, 2018. 不同生存基质对中华淡翅盲蝽生长发育和繁殖的影响. 浙江农业学报, 30(3): 432–436.]
- Yang QF, Ouyang F, Men XY, Ge F, 2018. Discovery and utilization of a functional plant, rich in the natural enemies of insect pests, in northern China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 55(5): 942–947. [杨泉峰, 欧阳芳, 门兴元, 戈峰, 2018. 北方富含天敌的功能植物的发现与应用. 应用昆虫学报, 55(5): 942–947.]
- Zhang YH, Li T, Mo JC, 2016. The attractiveness of rice plant volatiles to *Apanteles chilonis* Munakata and *Anagrus nilaparvatae* Pang et Wang. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 53(3): 491–498. [张宇皓, 李婷, 莫建初, 2016. 二化螟盘绒茧蜂及稻虱缨小蜂对挥发物的嗅觉反应. 应用昆虫学报, 53(3): 491–498.]
- Zhang RF, Ji DZ, Zhang QQ, Jin LH, 2021. Evaluation of eleven plant species as potential banker plants to support predatory *Orius sauteri* in tea plant systems. *Insects*, 12(2): 162.
- Zhang T, Elomaa P, 2024. Development and evolution of the *Asteraceae Capitulum*. *New Phytologist*, 242(1): 33–48.
- Zheng XS, Tian JC, Zhong LQ, Xu HX, Lü ZX, 2017. A banker plant system of “*Leesia sayanuka*-*Nilaparvata mui*-*Tytthus chinensis*” to control rice planthoppers. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 28(3): 941–946. [郑许松, 田俊策, 钟列权, 徐红星, 吕仲贤, 2017. “秕谷草-伪褐飞虱-中华淡翅盲蝽”载体植物系统的可行性. 应用生态学报, 28(3): 941–946.]
- Zhao ZH, Ouyang F, Men XY, Liu JH, He DH, Ge F, 2013. Habitat management in biological control. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(4): 879–889. [赵紫华, 欧阳芳, 门兴元, 刘军和, 贺达汉, 戈峰, 2013. 生境管理-保护性生物防治的发展方向. 应用昆虫学报, 50(4): 879–889.]
- Zhu PY, Wang GW, Zheng XS, Tian JC, Lu ZX, Heong KL, Xu HX, Chen GH, Yang YJ, Gurr GM, 2015. Selective enhancement of parasitoids of rice Lepidoptera pests by sesame (*Sesamum indicum*) flowers. *BioControl*, 60(2): 157–167.
- Zhu PY, Gao HY, Zhang FC, Chen GH, Xu HX, Geoff G, Lü ZX, 2021. Exploring the shared ecological traits of nectary plants for promoting parasitism of parasitoids. *Chinese Journal of Biological Control*, 37(5): 892–903. [朱平阳, 高慧颖, 张发成, 陈桂华, 徐红星, GURR Geoff, 吕仲贤, 2021. 探索促进寄生蜂生殖力的蜜源植物共性特征. 中国生物防治学报, 37(5): 892–903.]
- Zhu PY, Liang R, Qin Y, Xu HX, Zou Y, Johnson AC, Zhang FC, Gurr GM, Lu ZX, 2023. Extrafloras and floral nectar promote biocontrol services provided by parasitoid wasps to rice crops. *Entomologia Generalis*, 43(5): 971–979.
- Zhu ZJ, Wang GY, Qiao F, Bai YL, Cheng JA, Heong KL, Zhu ZR, 2017. Potential geographical distribution and habitat suitability analysis for two mirid predators *Tytthus chinensis* and *Cyrtorhinus lividipennis* (Hemiptera: Miridae) in rice fields based on MaxEnt model. *Acta Entomologica Sinica*, 60(3): 335–346. [祝梓杰, 王桂瑶, 乔飞, 白月亮, 程家安, Heong Kong Luen, 祝增荣, 2017. 基于 MaxEnt 模型的两捕食性盲蝽潜在分布区及其适生性分析. 昆虫学报, 60(3): 335–346.]