

# 我国捕食性瓢虫生物防治研究现状

任丽娜<sup>1,2</sup>, 崔洁<sup>1,2</sup>, 王向向<sup>1,2</sup>, 唐晓琴<sup>1,2,3\*</sup>, 王文峰<sup>4,5\*</sup>

(1. 西藏农牧学院 植物科学学院, 西藏 林芝 860000; 2. 西藏高原资源昆虫与应用昆虫实验室, 西藏 林芝 860000; 3. 藏高原森林生态教育部重点实验室, 西藏 林芝 860000; 4. 西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所, 西藏 拉萨 850000; 5. 农业农村部拉萨作物有害生物科学观测试验站, 西藏 拉萨 850000)

**摘要:** 蚜虫、蚧虫、粉虱和叶螨等多种农林害虫广泛分布于我国各地, 严重影响农作物的生长, 捕食性瓢虫作为农作物重要天敌昆虫, 为我国害虫生物防治发挥着重要作用。保护与利用捕食性瓢虫优势资源在生物防治研究发展进程中占有重要地位。利用天敌昆虫的扩繁、释放等措施, 自然控制害虫种群数量, 是生物防治技术的重要手段。该文主要对我国捕食性瓢虫优势种类、人工饲养、人工扩繁、捕食控害和田间释放等方面的研究做了简要概述。

**关键词:** 捕食性瓢虫; 生物防治; 瓢虫扩繁; 瓢虫饲养

中图分类号: S476; S433.5

文献标志码: A

## Status of Research on Biological Control of Predatory Ladybugs in China

REN Lina<sup>1,2</sup>, CUI Jie<sup>1,2</sup>, WANG Xiangxiang<sup>1,2</sup>, TANG Xiaojin<sup>1,2,3\*</sup>, WANG Wenfeng<sup>4,5\*</sup>

(1. Tibet Agricultural and Animal Husbandry University, Tibet Nyingchi 860000, China; 2. Tibet Plateau Resources and Applied Insects Laboratory, Tibet Nyingchi 860000, China; 3. Key Laboratory of the Ministry of Education of Tibet Plateau Forest Ecology, Tibet Nyingchi 860000, China; 4. Institute of Agricultural Resources and Environment, Academy of Agriculture and Animal Husbandry, Tibet Lhasa 850000, China; 5. Lhasa crop pest scientific observation and test station of the Ministry of agriculture and rural areas, Tibet Lhasa 850000, China)

**Abstract:** Aphids, scale insects, Bemisia tabaci, spider mites and other agricultural and forestry pests are widely distributed all over China, which seriously affect the growth of crops. As an important natural enemy of crops, predatory ladybugs play an important role in the biological control of pests in China. The protection and utilization of the dominant resources of predatory ladybugs play an important role in the research and development of biological control. Using natural enemy insect propagation and release to naturally control the population of pests is an important means of biological control technology. In this paper, the dominant species, artificial feeding, conservation and propagation, predation and control, and field release of predatory ladybugs in China were briefly summarized.

**Key Words:** predatory ladybug; biological control; ladybug propagation; ladybug feeding

瓢虫科(Coccinellidae)中的大多数瓢虫属于天敌昆虫, 有约80%的捕食性物种和约20%的菌食和植食性物种。研究瓢虫的行为后发现, 利用捕食性瓢虫防治相关害虫是非常环保的, 符合有机农业要求<sup>[1]</sup>。瓢虫对猎物的搜寻是“寄主植物—害虫—天敌”的3级营养互作进化关系<sup>[2]</sup>。通过使用捕食

性瓢虫对以蚜虫为代表的农业和林业有害昆虫进行生物防治, 对当地生态系统的多样性能产生重大影响。现代生物控制的核心问题不仅在于释放效率和对天敌昆虫的最终控制, 还有释放点的生态平衡和生物多样性的保护<sup>[3]</sup>。因此, 瓢虫释放后的控害效率及其对环境的影响成为安全和综合使用生物防治技术的中心问题。本文根据相关研究, 系统整理了我国捕食性瓢虫生物防治的研究现状。

### 1 捕食性瓢虫

瓢虫科中的大多数种类都是捕食性昆虫, 不同种类的捕食性瓢虫在不同生境条件下的优势及其程度也存在差异。捕食性瓢虫是农业生态系统中

收稿日期: 2022-02-18

项目名称: 西藏农牧学院研究生教育创新计划项目(YJS2021-06)。

作者简介: 任丽娜(1999-), 女, 硕士研究生, 主要从事资源利用与植物保护研究, E-mail: 1402361330@qq.com; \*为通讯作者: 唐晓琴(1977-), 女, 教授, 主要从事昆虫学方面的教学和科研, E-mail: tibetxq@sina.com; 王文峰(1979-), 男, 研究员, 主要从事植物保护与资环昆虫利用研究, E-mail: wwfhjje@163.com。

的重要天敌昆虫,作为农业生态系统中的优势物种,因其繁殖效率高、生存适应能力强、取食性高,而对生态系统结构与多样性有着重大影响<sup>[4]</sup>。捕食性瓢虫是蚜虫、蚧虫等农业害虫的重要天敌,瓢虫在捕食其成虫的同时也会捕食其卵、若虫和蛹,因此对其虫害发生具有很好的抑制作用<sup>[3]</sup>。我国主要的捕食性瓢虫有异色瓢虫 *Harmonia axyridis*、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*、多异瓢虫 *Adonia variegata* (Goeze)和七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* 等,西藏地区的优势捕食性瓢虫主要有横斑瓢虫 *Coccinella transversoguttata*、多异瓢虫和二星瓢虫 *Adalia bipunctata* (Linnaeus)等,主要分布在林芝和拉萨小区<sup>[5]</sup>,具体所食物种主要有豆蚜 *Aphis craccivora*、桃蚜 *Myzus persicae*、棉蚜 *Aphis gossypii*、苹果黄蚜 *Aphis citricola*、玉米蚜 *Rhopalosiphum maidis* 和豌豆修尾蚜 *Megoura japonica* 等害虫<sup>[3]</sup>。

## 2 捕食性瓢虫的基础研究

### 2.1 人工扩繁的研究

捕食性瓢虫的利用主要包括资源的调查、保护利用、人工扩繁和合理释放几个方面,其中人工扩繁是天敌利用中最重要的一环<sup>[6]</sup>。捕食性瓢虫首次饲养成功源于20世纪50年代的Smiraoiff<sup>[7]</sup>,他用被捕食昆虫的干粉进行人工饲料的配置,成功饲养了多种捕食性瓢虫。目前大部分捕食性瓢虫的饲养都选用蚜虫作为饲料,在温室和网室内进行饲养,利用种植蚜虫偏好的植物来繁殖蚜虫,在蚜虫达到合适密度的基础上对瓢虫进行饲养。操作过程简便且易掌握,是低成本的人工扩繁捕食性瓢虫技术,但不同瓢虫的最佳饲养条件和人工饲料各不相同,需根据不同瓢虫的生物学特性有针对性地制定扩繁方案,这也是目前最需解决的问题<sup>[8]</sup>。

### 2.2 瓢虫捕食控害能力的研究

#### 2.2.1 捕食功能反应

捕食功能反应是衡量天敌昆虫控害作用的主要依据,同时也是天敌昆虫开发利用的主要依据<sup>[2]</sup>。捕食功能反应的试验性结果往往受到以下因素的影响:饥饿程度、猎物的密度、实验环境的温度、添加植物的干扰、成蚜产仔的干扰和试验容器的大小<sup>[9]</sup>等。影响捕食的因素主要有猎物密度效应、温度和光周期的影响以及自身密度效应<sup>[10]</sup>,当猎物密度增加到一定时,捕食量会变得稳定。如多异瓢虫的幼虫和成虫具有相同的捕食习惯,但两种

虫态所需的营养和采食量存在明显差异,其中捕食量最大的是4龄幼虫,捕食量较小的是雄成虫。多异瓢虫在不同寄主植物上的捕食行为存在差异,由于生境的不同,蚜虫的生物学特性有着较大的变化。寄主植物不同时,蚜虫寄居的躲避场所也不同。由于寄主植物的分泌黏液增加了多异瓢虫的搜索时间,并且降低了搜索效率。相同蚜虫不同寄主植物中,多异瓢虫侧重于选择捕获效率更高的植物,进而造成多异瓢虫对不同寄主植物上蚜虫的控制效果不同<sup>[11]</sup>。

#### 2.2.2 瓢虫控害应用

评估捕食性瓢虫的控害作用主要从定性和定量两个方面来衡量。定性主要是明确该瓢虫是否具有对目标害虫的捕食能力;定量则指该瓢虫对目标害虫的捕食能力有多大<sup>[12]</sup>。以蔬菜为例,紫藤中的紫藤蚜主要采用食蚜瓢虫来控害。每年冬天,从10月底到11月的前10 d左右,紫藤的种子被收集起来,暴露在阳光下,种子被剥离并保存下来。从次年的2月到3月,浸泡在热水中,发芽后播种,在耕种和生长的同时释放紫藤蚜虫。当紫藤蚜虫的密度足够时,分批收集蚜虫,用于繁殖瓢虫。通过饲养瓢虫,并根据蔬菜害虫的危害程度,适宜投放瓢虫进行防控。

### 2.3 捕食性瓢虫人工饲养的研究

#### 2.3.1 人工饲养

我国对天敌昆虫的繁育开始于20世纪90年代<sup>[13]</sup>,但目前使用人工饲料繁殖、饲养并用于生物防治的天敌并不多<sup>[14]</sup>。人工饲养还是普遍以蚜虫、赤眼蜂蛹等昆虫材料为主。目前,人工饲养的捕食性瓢虫主要采用天然饲养方法<sup>[15]</sup>。在不同瓢虫的环境参数中,研究其在不同温度下的生物学特性。以多异瓢虫为例,从产卵量和繁殖力、孵化比例、发育历期、幼虫存活率、羽化率和生长指数等角度进行比较,研究结果表明多异瓢虫室内饲养的最佳温度为18~25 °C,相对湿度为50%~60%,在这种温度和湿度条件下,雌性瓢虫的食量比雄性瓢虫大,瓢虫的食蚜量随温度的下降逐渐减少。食蚜量还与营养有关,当营养充足、温度适中时食蚜量最大,反之减少。多异瓢虫食蚜量除与温度和营养有关外,还与环境气候有关<sup>[16]</sup>。而不同种瓢虫对环境条件的需求不同,同种瓢虫不同龄期对环境条件的需求也不同。

#### 2.3.2 人工饲料

实现天敌昆虫商业化的基础需要人工饲料的

研发,人工饲料通过打破寄主的限制,降低天敌昆虫的饲养成本,有效控制天敌生长发育的均匀性<sup>[13]</sup>。人工饲料的好坏是能否成功扩繁瓢虫的第一步<sup>[17]</sup>。瓢虫的大量应用和商业化生产使瓢虫被越来越多地运用在生物防治上<sup>[18]</sup>,昆虫的最佳营养水平根据进化程度而变化。因此,人工饲料的公式在每个时期都是不同的<sup>[19]</sup>。含有昆虫成分的人工饲料研究内容主要包括以意大利蜜蜂雄蜂蛹、蝇蛆、黄粉虫和赤眼蜂蛹等为基本原料的饲料配方。在研究人造饲料和选择物理特性的过程中,应该充分考虑到瓢虫的取食行为。除此之外,天敌控害的成败取决于能否大规模扩繁捕食性瓢虫,而推进生物防治的必要因素则取决于如何降低天敌昆虫的饲养成本。例如,蚜虫作为二星瓢虫的天然食料较易获得,考虑到人工饲料不仅要满足瓢虫的营养需求,还要保证其后代的繁殖质量,选用蚜虫作为饲料不仅降低了饲养的成本,也可以满足其他各项需求,因此蚜虫在二星瓢虫的饲养中必不可少<sup>[20]</sup>。

### 3 捕食性瓢虫的生物防治研究

#### 3.1 本土瓢虫的筛选与利用

农田生态系统自身的天敌昆虫数量无法有效防控害虫大规模暴发时,可以通过将瓢虫人工移除或者释放来确保及时控制害虫。研究表明瓢虫可以控制蚜虫对茄子的危害,瓢虫卵卡的使用能有效防治蚜虫,当使用40卡/棚和45卡/棚的异色瓢虫时,蚜虫的控制效果俱佳。建议投入40卡/棚的异色瓢虫,此时在防治蚜虫的同时防治成本最优<sup>[21]</sup>。由此可以看出,人工繁殖放出瓢虫可以有效地防治害虫<sup>[22]</sup>。同时,根据天敌昆虫资源区划,可以根据各个地区的虫害特点,合理制定有针对性的防治和检疫措施<sup>[5]</sup>。

在本土瓢虫的筛选与利用中,其释放过程要遵循一定的规则。在害虫出现的初始阶段甚至出现之前,天敌被释放,可以得到事半功倍的抑制结果;当害虫数量增多甚至害虫猖獗时,应根据害虫防治的理论量,适当增加天敌昆虫的数量,以迅速遏制虫害种群的增长;不同种类的天敌昆虫有不同的捕食对象,同一被捕食种类但不同状态的昆虫也有很大差异。因此,选择多种天敌形成生物防控组合使用,将有助于防控效率的提高。

#### 3.2 引进和释放外来瓢虫

如果当地天敌的种类不满足控制虫害发生的

条件,就有必要引进和释放外来昆虫进行防控。在1888年,入侵美国的柑橘吹绵蚧对当地农田造成了巨大危害,通过引进澳大利亚的短角瓢虫,使该地虫害得到大规模的控制。这次外来天敌的引进对生物防治领域产生了积极影响。孟氏隐唇瓢虫已经在我国成功引进,在防治粉虱、介壳虫等小型刺吸式口器害虫方面发挥了重要作用。

瓢虫释放的效果取决于释放的时间、蚜虫密度、虫态以及环境,在瓢虫释放之前要对所释放地区的虫害情况进行观察和监测,也需要掌握不同释放阶段的气候情况,避免环境对瓢虫的定殖造成影响<sup>[23]</sup>。各虫态的瓢虫有其相应的优缺点,都可以进行田间释放,在释放时可根据释放地区的特点和要求选择合适的虫态,实现最理想的防治效果。同时还应该考虑到瓢虫的释放是否会对其他昆虫捕食者产生危害<sup>[11]</sup>。

#### 3.3 与其他措施的协调应用技术

##### 3.3.1 与其他天敌的组合应用

根据不同天敌对目标害虫的控制特点,选择具有不同时间和空间布局的天敌进行多方面组合应用。例如,使用丽蚜小蜂与龟纹瓢虫的组合来控制烟粉虱的危害,丽蚜小蜂一般在三龄若虫、预蛹状态时寄生;龟纹瓢虫则捕食烟粉虱的卵、一二龄若虫,当虫态被丽蚜小蜂所寄生时,烟粉虱将不再作为龟纹瓢虫的猎物被捕食。为了达到预期的控制效果,可以选择在空间、猎食方式、虫态和时间等其他方面集成的2或3种产品,形成组合以供使用<sup>[24]</sup>。

##### 3.3.2 与生物农药的组合协调防治

生物农药一般对瓢虫没有太大影响,在蚜虫的防治中,部分农药中的所含成分对瓢虫的捕食有促进作用<sup>[25]</sup>。苦参碱杀虫剂在工业生产中应用广泛,是一种低毒、高效的广谱生物农药,它具有很高的杀虫和杀菌效率,但有起效慢的缺点,当虫害发生面积较大时,不适合单独使用。研究表明,异色瓢虫对苦参碱有免疫性,使用剂量越少,对异色瓢虫卵的发育积极作用越强<sup>[26]</sup>。在需要化学防治时,我们应选择毒性低、选择性强的农药,以减弱对瓢虫的伤害。此外,可选择具有抗药性的捕食性瓢虫种或种群进行协调防治。

##### 3.3.3 结合田间农业技术管理

结合田间农业技术管理,为瓢虫的成长和发育创造良好生境,并且在田里保护瓢虫的自然种群。通过合理的生态调控技术,增加天敌昆虫种群密

度,从而提高控害能力。同时,通过田间景观设计试验,明确麦田景观格局内生态系统间害虫、天敌种群的动态规律与稳定机制,明确麦田景观格局对害虫的调控作用;结合昆虫生态学方法,分析麦田区域性特征与生物损害控制功能的关系。有效的区域性生态调控为害虫防治提供了新的研究思路和方法,达到了探索维护农田环境条件、控制害虫发生的途径与方法、指导农业生产、维持生态平衡的目的<sup>[27]</sup>。目前,对害虫生态调控的研究已从单一的农业拓大到区域农业景观的地理范围。以农业景观格局“麦田—麦蚜—天敌瓢虫”为主线,在害虫生物防治理论与实践具有重要意义<sup>[28]</sup>。

## 4 总结

瓢虫科的许多瓢虫是农林生态系统重要的捕食性天敌,应用前景都非常广阔。捕食作用很大程度上决定了昆虫的数量变化,而且也是害虫防治和益虫利用的重要基础。实际应用中应通过对瓢虫的捕食控害研究,选择不同种类和虫态的最佳组合,从而提高捕食性瓢虫的应用价值。目前基于捕食性瓢虫的研究进展,并结合我国对于农业绿色防控综合治理的要求,将捕食性瓢虫真正应用于田间并将其生物防治作用发挥到最大化,在减少化学农药,推动中国农业可持续发展,推进捕食性瓢虫生物防治应用具有重要的实践意义。但同时也要考虑引进和释放天敌对当地生态效率和农业生态系统生物多样性的影响。此外,还需要考虑捕食性瓢虫所造成的其他方面影响,加强对保护环境的评估,并从生态角度确保最大的效益加以利用。

### 参考文献:

- [1] 陈学新,冯明光,姜永根,等.农业害虫生物防治基础研究进展与展望[J].中国科学基金,2017,31(6):577-585.
- [2] 顾耘,张迎春,张振芳.深点食螨瓢虫对二斑叶螨捕食作用的研究[J].昆虫天敌,1996,18(4):18-21.
- [3] 王甦,谭晓玲,徐红星,等.三种捕食性瓢虫的种间竞争作用[J].中国农业科学,2012,45(19):3980-3987.
- [4] 赵静,肖达,张帆,等.三种捕食性瓢虫成虫对卵的种内自残及其集团内捕食作用[J].环境昆虫学报,2016,38(2):299-304.
- [5] 王保海,覃荣,王文峰,等.西藏天敌昆虫资源地理分布及评价利用[J].西藏农业科技,2005,27(3):14-31.
- [6] 析介六.天敌昆虫的品质管理问题[J].昆虫天敌,1982,4(3):56-60.
- [7] SMIRNOFF W A. An Artificial Diet for Rearing Coccinellid Beetles[J]. The Canadian Entomologist, 1958, 90(9):563-565.
- [8] 李笑甜,姜嫄,路桂玲,等.捕食性天敌昆虫七星瓢虫人工繁殖技术研究[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2014(5):195-197.
- [9] REZNIK S, OVCHINNIKOV A, OVCHINNIKOVA A, et al. Photoperiodic, Thermal and Trophic Responses of a Predatory Ladybird *Cheilomenes Propinqua* [J]. Journal of Applied Entomology, 2021, 145(1/2):134-144.
- [10] 王峰巍,王甦,张帆,等.不同温度对经吡虫啉处理的异色瓢虫捕食能力的影响[J].环境昆虫学报,2010,32(4):504-509.
- [11] 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.
- [12] 刘树生.天敌动物对害虫控制作用的评估方法及其应用策略[J].中国生物防治,2004,20(1):1-7.
- [13] 吕飞,刘玉升,张秀波,等.鳞翅目昆虫人工饲料的研究现状[J].华东昆虫学报,2007,16(2):149-155.
- [14] 曾凡荣.昆虫人工饲料研究[J].中国生物防治学报,2018,34(2):184-197.
- [15] 段宇杰,何恒果,蒲德强,等.七星瓢虫基础研究现状[J].生物安全学报,2021,30(1):20-28.
- [16] 丰秀珍.多异瓢虫食蚜量及生活习性观察[J].山西农业科学,1990,18(11):16.
- [17] 刘震.人工扩繁代异色瓢虫最适冷藏条件研究[D].泰安:山东农业大学,2009.
- [18] 陈洁,秦秋菊,何运转.温度对龟纹瓢虫实验种群生长发育的影响[J].河北农业大学学报,2009,32(6):69-72,79.
- [19] 曾睿琳,刘虹伶,冯长春,等.人工饲料对七星瓢虫成虫生物学特性的影响[J].中国农学通报,2020,36(34):117-123.
- [20] COHEN A C. Insect Diets: Science and Technology[M]. Florida: CRC Press LLC, 2004, 78-80.
- [21] 葛立傲,倪玺超,刘小英,等.异色瓢虫在茄子上防治蚜虫的应用研究[J].上海蔬菜,2020(6):52-53.
- [22] 庞虹.捕食性瓢虫的利用[J].昆虫天敌,1996,18(S4):32-38,44.
- [23] 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.
- [24] 刘玉升.害虫生物防控发展历程及其研究进展[J].农业工程技术,2020,40(1):28-34.
- [25] 王海诺.浅谈常见农药对异色瓢虫防控蚜虫的影响[J].南方农业,2019,13(18):32,35.
- [26] 房艳.植物性药剂苦参碱对异色瓢虫生殖的影响[J].农村科技,2014(5):45-46.
- [27] 刘军和.小麦-蚜虫-龟纹瓢虫相互作用及其调节机理.河南省,黄淮学院,2018-01-01.
- [28] 张永生.农田景观格局对蚜虫及天敌瓢虫种群的生态学效应[D].长沙:湖南农业大学,2018.