

草皮逍遥蛛对大豆蚜的捕食功能反应研究

武 依¹,郑 国¹,李学军¹,于广文²,李 艳²

(1. 沈阳师范大学 化学与生命科学学院,辽宁 沈阳 110034; 2. 岫岩县农业技术推广中心,辽宁 岫岩 114300)

摘要:采用室内试验与田间罩笼试验的方法分别测定了草皮逍遥蛛对大豆蚜的捕食功能与田间控害作用。结果表明:草皮逍遥蛛在室内条件下对大豆蚜的捕食功能反应符合 Holling-Ⅱ型方程,当蚜蛛比小于 100 时,草皮逍遥蛛的捕食量随着大豆蚜密度增加而上升,日均最大捕食量为 49.2 头。在田间罩笼条件下,草皮逍遥蛛的日均最大捕食量为 84.4 头,当蚜蛛比小于 50 时,草皮逍遥蛛可以对大豆蚜起到较好的控制作用,当蚜蛛比大于 50 时,草皮逍遥蛛可以将大豆蚜发生高峰期推迟约 3 d。草皮逍遥蛛可以对大豆蚜起到较好的生态调控作用,但是当大豆蚜处于“窝子蜜”阶段和之后的上升期和盛期时,需要有瓢虫等其它天敌存在时才能有效控制蚜虫危害。

关键词:捕食功能;草皮逍遥蛛;大豆蚜;生态调控;田间罩笼

中图分类号:S435. 651 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2015. 03. 0470

Predatory Function of *Philodromus cespitum* on Soybean Aphids

WU Yi¹, ZHENG Guo¹, LI Xue-jun¹, YU Guang-wen², LI Yan²

(1. College of Chemistry and Life Science, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China; 2. Agricultural Technology Extension Center of Xiuyan County, Xiuyan 114300, China)

Abstract: The predatory function of *Philodromus cespitum* (Philodromidae) on soybean aphid was studied in laboratory and field cages, on the basis of investigations on population dynamics of soybean aphid and *P. cespitum*. Under the lab conditions, the functional response of *P. cespitum* predating on soybean aphids were fitted to Holling-Ⅱ model well; when the aphid/spider ratio less than 100, the predatory capacity of *P. cespitum* increased with increasing prey density; the daily maximum predatory capacity was 49.2. Under the caged field conditions, the daily maximum predatory capacity was 84.4; *P. cespitum* had a preferable controlling effect on soybean aphid when the aphid/spider ratio was less than 50:1; while the aphid/spider ratio was more than 50:1, the population peaks of soybean aphids will be put off 3 days. It could conclude that *P. cespitum* could play an important role in the ecological regulation of soybean aphid; however, *P. cespitum* could not control soybean aphids efficiently without other natural enemies while soybean aphids were at stage of concentrated aphids, and the following rising and peak stages.

Keywords: Predatory function; *Philodromus cespitu*; Soybean aphid; Ecological regulation; Caged field

大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 是大豆的主要害虫之一^[1],会对大豆生产造成巨大损失^[2]。蜘蛛是农林害虫的重要天敌,在控制棉蚜^[3-4]、苹果黄蚜^[5]、麦蚜^[6]、玉米蚜^[7]、菜蚜^[8]、禾谷缢管蚜^[9]、小麦蚜虫^[10]、稻飞虱^[11]和甘蓝蚜^[12]等方面起到重要的作用。研究表明,蜘蛛是大豆田害虫最重要的捕食性天敌^[13],在大豆蚜的生物防治技术体系中应给予充分重视。

草皮逍遥蛛 *Philodromus cespitum* (Walckenaer) 是大豆田蜘蛛群落的优势种类,也是大豆蚜的重要捕食性天敌^[14],前期的调查表明,草皮逍遥蛛在大豆田出现时间早、与大豆蚜发生时间吻合、捕食量大、对大豆蚜发生初期和高峰前期具有较好的抑制

作用。但迄今为止,还未见草皮逍遥蛛对大豆蚜捕食功能研究的相关报道,为了更好地掌握自然天敌对大豆蚜的控制作用,本试验通过室内试验与田间罩笼试验相结合研究了草皮逍遥蛛对大豆蚜的捕食功能反应。

1 材料与方法

1.1 材料

从辽宁省岫岩县兴隆镇大豆田采集草皮逍遥蛛亚成体,在实验室内饥饿 24 h 备用。大豆蚜采自同样地块的大豆田。

1.2 方法

1.2.1 室内捕食功能反应试验 试验温度为(24

收稿日期:2014-12-01
基金项目:国家自然科学基金(31372224,31172121);公益性行业(农业)科研专项(201103022);辽宁省高等学校优秀人才支持计划(LJQ2012094)。
第一作者简介:武依(1990-),女,硕士,主要从事昆虫生态学研究。E-mail: chrysanthemum51@sina. com。
通讯作者:郑国(1973-),男,博士,副教授,主要从事群落生态学研究。E-mail: zhengguo@synu. edu. cn。

±3)℃自然变温,相对湿度为70%左右,大豆蚜设置6个密度处理。分别将具有20,40,60,80,100,120头大豆蚜高龄若虫大豆叶放入烧杯(容积250 mL),每个烧杯接入1头草皮逍遥蛛,大豆叶柄以浸湿的脱脂棉球保湿,杯口以面巾纸覆盖。每个处理设6次重复并以不接入草皮逍遥蛛的烧杯为对照。24 h后观察记录剩余大豆蚜虫数量。

1.2.2 田间罩笼试验 田间罩笼试验于2009年在岫岩县兴隆镇大豆田试验基地,面积为3.3 hm²的清种大豆田内进行。2009年岫岩地区是大豆蚜的轻度发生年,第一次高峰(7月11日)不明显,第2次高峰日(7月26日)百株蚜量为12 020头。试验区不施用任何农药,田间管理及农事操作按常规方法进行。罩笼(50 cm×50 cm×120 cm)外覆以60目防虫网,罩笼后清除笼内所有天敌,2 d后再次清除草皮逍遥蛛后保留一定数量的大豆蚜虫备用。按照实际蛛蚜比为2:50、2:100、2:150和2:200释放供试天敌草皮逍遥蛛雌性亚成体,每个处理设4次重复并以不接入草皮逍遥蛛的罩笼为对照。观察记录初始蚜量和罩笼时间分别为3,6,9,12 d的剩余蚜虫数量。田间罩笼试验在7月2~16日,即大豆蚜的上升期进行。

1.3 数据分析

捕食功能反应用Holling-II型圆盘方程^[15-16]拟合:

$$N_a = \frac{a'NT}{1 + T_h a'N} \tag{1}$$

式中: N_a 为被捕食的猎物数量, N_t 为猎物密度, a' 为瞬时攻击率, T 为捕食者可利用的总时间(在一次试验中通常是固定的,本试验中为1 d,因此取 $T = 1$ d), T_h 为处置1头猎物所需的时间,其中 a' 和 T_h 为待估参数。

将公式1转化为线性方程:

$$\frac{1}{N_a} = Th + \frac{1}{a'} \times \frac{1}{N} \tag{2}$$

令 $Th = A$,则 $\frac{1}{N_a} = A + B \times \frac{1}{N} \tag{3}$

将捕食量的数据代入公式(3),用最小二乘法可求 a' 和 T_h ^[17],进而得出草皮逍遥蛛24 h捕食大豆蚜的功能反应模型。将通过所得方程求得的草皮逍遥蛛在不同蚜虫密度下的理论捕食量与实际捕食量进行 χ^2 检验。

采用Excel 2007软件和SPSS 15.0软件对数据进行处理分析,计算相关系数,建立捕食功能反应方程并进行 χ^2 检验。

2 结果与分析

2.1 室内条件下草皮逍遥蛛对大豆蚜的捕食功能反应

在室内条件下,草皮逍遥蛛对大豆蚜24 h的最大捕食量为49.2头,其捕食量与猎物密度有关。在相同环境条件下,草皮逍遥蛛对大豆蚜高龄若虫的捕食量随猎物密度的增加而相应增加,当猎物密度达到40头以后,增加幅度减小,猎物密度达到100头以后,草皮逍遥蛛的捕食量增幅为0。即草皮逍遥蛛对大豆蚜的捕食功能反应呈负加速曲线型变化(图1)。

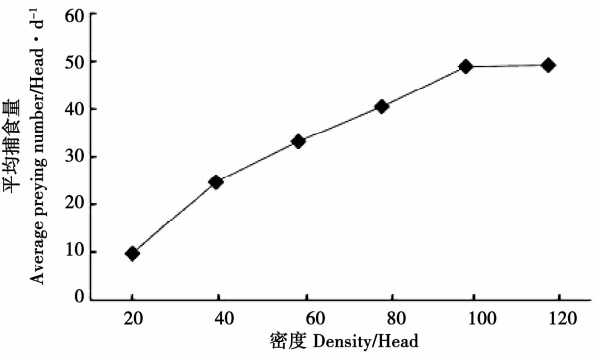


图1 室内试验中不同大豆蚜密度下草皮逍遥蛛的平均日捕食量
Fig. 1 The number of *P. cespitum* preying on *A. glycines* under different density of preys in laboratory

试验结果表明,草皮逍遥蛛对大豆蚜有较强的捕食能力,处理一头蚜虫所需时间仅为0.004 8 h,功能系数为0.549 5,理论最大日捕食量为49.2头。

$\frac{1}{N}$ 与 $\frac{1}{N_a}$ 之间呈极显著相关关系($r = 0.955, P < 0.01$),使用Holling-II圆盘方程进行拟合,用测得的数据拟合有关参数建立圆盘方程,得到草皮逍遥蛛24 h捕食大豆蚜的功能反应模型为: $N_a = 0.549 5 N_t / (1 + 0.002 6 N_t)$ 。经卡方 χ^2 适合性测验,所求圆盘方程的 χ^2 小于 $\chi^2_{0.05}$,说明圆盘方程的实测值适合性好,即理论模型能够反映草皮逍遥蛛在不同大豆蚜密度下的捕食变化规律。

2.2 田间罩笼草皮逍遥蛛对大豆蚜的捕食功能反应

田间罩笼条件下,当蛛蚜比为2:50时(图2a),草皮逍遥蛛对大豆蚜发生可以起到一定的控制作用;当蛛蚜比小于2:50时,草皮逍遥蛛可以延缓大豆蚜种群的增长速度,蛛蚜比为2:100和2:200时(图2b,d),草皮逍遥蛛可以使大豆蚜上升期推迟约3 d,为瓢虫等主要天敌迁入并控制大豆蚜的为害赢

得了时间。在田间罩笼条件下,草皮逍遥蛛对大豆蚜的日均最大捕食量 84.4 头,蛛蚜比的 6 个处理日

平均捕食量为 50.6 头(表 1)。

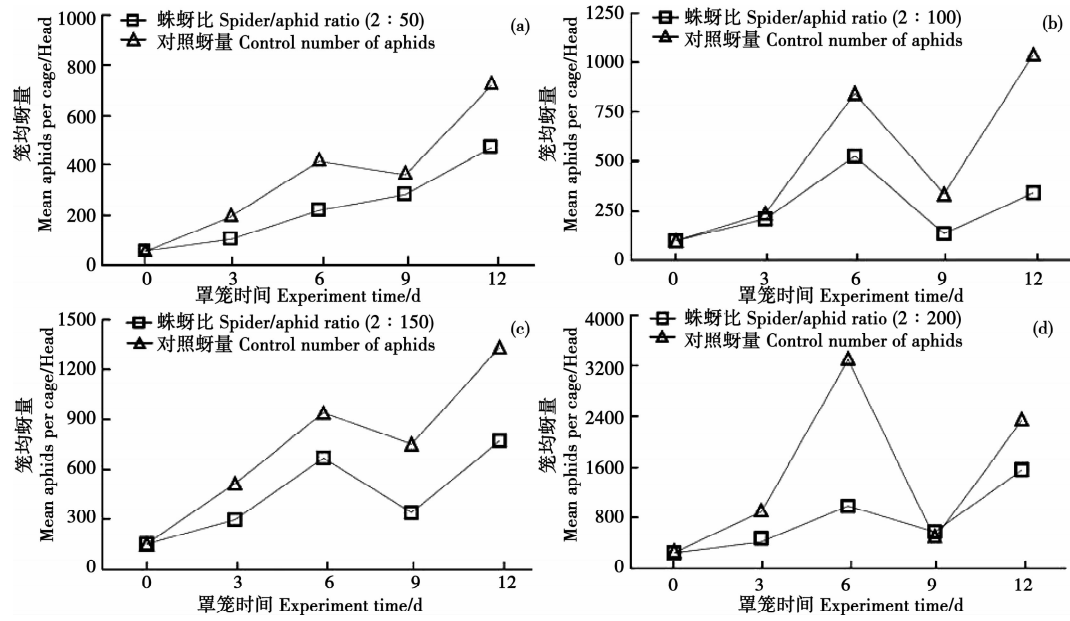


图 2 田间罩笼下草皮逍遥蛛与大豆蚜不同比例下的蚜量变化
Fig. 2 The dynamic of *A. glycines* at different pest-natural enemy ratio in caged field

表 1 田间罩笼条件下草皮逍遥蛛对大豆蚜的日均捕食量
Table 1 The number of *P. cespitum* preying on *A. glycines* in caged field

蛛蚜比 Spider to aphid ratio	校正后平均捕食量 Correcting number of mean prey captured/Head
2:50	16.8 ± 4.5
2:100	51.8 ± 23.7
2:150	60.8 ± 12.7
2:200	84.4 ± 71.0

3 讨论

利用捕食功能反应对天敌捕食能力进行分析已经成为对天敌防控能力进行试验评估的必经程序^[18]。不论在室内还是在田间罩笼条件下,草皮逍遥蛛对大豆蚜虫的捕食功能反应在一定的范围内均随着猎物密度的增大而增大,当猎物密度增大到一定程度时,其捕食量趋于稳定。草皮逍遥蛛对大豆蚜的日均最大捕食量较高,因此,摸清其对大豆蚜的控制作用,对合理保护与利用自然天敌控制大豆蚜为害具有重要意义。

在实际应用中,害虫的综合治理和农业的可持续发展还需要正确地评价自然状况下天敌的控害作用^[19],因此,田间罩笼试验结果对指导生产实践将具有更加重要的意义。试验结果表明,当蚜蛛比较低时(< 50),草皮逍遥蛛对大豆蚜有较好的控制作用;当蚜蛛比较高时(> 50),草皮逍遥蛛不足以控制蚜虫的危害,但可以延缓大豆蚜种群的快速增

长。所以,当田间蚜量高、密度大时,如“窝子蜜”期、快速增长期和高峰期,需要有瓢虫等其它天敌存在才能有效地控制蚜虫危害。试验中的第 4 个调查日所有试验组蚜虫数量均出现明显下降,这是由大雨冲刷作用所致。

天敌的功能反应受密度、温度、空间及异质等条件的影响较大,不同试验条件可能有一定的差异。特别是对于环境条件比较敏感的蜘蛛的影响显得尤为明显,表现为草皮逍遥蛛对大豆蚜的捕食量在室内与田间的波动均较大;同时,室内试验的最大日均捕食量(49.2 头)明显少于田间罩笼试验(84.4 头)。上述结果表明草皮逍遥蛛在田间对大豆蚜的控制能力较强。不过,本试验是在室内和田间罩笼的限制条件下进行的,草皮逍遥蛛与大豆蚜均处于一个简单封闭的系统内,而在自然条件下,大豆田是一个相对复杂的结构体系,草皮逍遥蛛对大豆蚜的实际控制作用还有待于进一步的研究验证。

参考文献

[1] 刘健, 赵奎军. 大豆蚜的生物学防治技术 [J]. 昆虫知识, 2007, 44 (2):179-185. (Liu J, Zhao K J. Biology and control techniques of soybean aphid, *Aphis glycines* [J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2007, 44 (2):179-185.)
[2] 王春荣, 邓秀成, 殷丽娟, 等. 2004 年黑龙江省大豆蚜虫暴发因素分析 [J]. 大豆通报, 2005 (3):19-20. (Wang C R, Deng X C, Yin L J, et al. Outbreak factor analysis of soybean aphids in Heilongjiang province in 2004 [J]. Soybean Bulletin,

- 2005(3):19-20.)
- [3] 程圆圆, 彭宇, 陈建, 等. 四种蜘蛛对棉蚜的捕食作用 [J]. 中国生物防治, 2006, 22 (3):248-250. (Cheng Y Y, Peng Y, Chen J, et al. Predation on *Aphis gossypii* by four spider species [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2006, 22 (3):248-250.)
- [4] 周克钧, 向吉斌. 棉田蜘蛛、瓢虫对棉花苗蚜控制效果的观察 [J]. 昆虫天敌, 1987, 9 (1):17-20. (Zhou K J, Xiang J B. Observation of the control effects of spiders and ladybirds on cotton seedling aphid in cotton field [J]. Natural Enemies of Insects, 1987, 9 (1):17-20.)
- [5] 李生才, 高峰, 乔海丽, 等. 草皮逍遥蛛对苹果黄蚜捕食作用的研究 [J]. 蛛形学报, 2004, 13 (1):28-32. (Li S C, Gao F, Qiao H L, et al. Studies on the predation functional responses of *Philodromus cespitum* to *Aphis pomi* [J]. Acta Arachnologica Sinica, 2004, 13 (1):28-32.)
- [6] 李川, 武文卿, 朱亮, 等. 小麦-油菜邻作对麦田主要害虫和天敌的影响 [J]. 应用生态学报, 2011, 22 (12):3371-3376. (Li C, Wu W Q, Zhu L, et al. Effects of wheat planted adjacent to rape on the major pests and their natural enemies in wheat field [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2011, 22 (12):3371-3376.)
- [7] 田耀加, 梁广文, 曾玲, 等. 间作对甜玉米田主要害虫与天敌动态的影响 [J]. 植物保护学报, 2012, 39 (1):1-6. (Tian Y J, Liang G W, Zeng L, et al. Influence of intercropping on dynamics of insect pests, natural enemies and the damage of *Ostrinia furnacalis* in sweet corn field [J]. Acta Phytophylacica Sinica, 2012, 39 (1):1-6.)
- [8] 马敏, 李生才. 不同饥饿程度的星豹蛛 (*Pardosa astrigera* C. L. Koch) 成虫对菜蚜的捕食作用 [J]. 山西农业大学学报, 2006, 26 (2):176-179. (Ma M, Li S C. Predatism of *Pardosa astrigera* adults in different extent of starvation to *Rhopalosiphum pseudobrassicae* [J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 2006, 26 (2):176-179.)
- [9] Östman Ö, Ekborn E, Bengtsson J. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control [J]. Basic and Applied Entomology, 2011, 2 (4):365-371.
- [10] Lang A. Intraguild predation and biocontrol effects of generalist predators in a winter wheat field [J]. Oecologia, 2003, 134 (1):144-153.
- [11] 秦吉洋, 吴庭友, 张桥, 等. 稻田蜘蛛对稻飞虱的控制作用及吡蚜酮对蜘蛛种群动态的影响 [J]. 江苏农业科学, 2010 (6):179-181. (Qin J Y, Wu T Y, Zhang Q, et al. The control effects of spiders on rice plant hopper and the effects of pymetrozine on the population dynamics of spiders in paddy field [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2010 (6):179-181.)
- [12] 乔海莉, 李生才, 陆鹏飞. 甘蓝田蜘蛛群落结构及优势种群动态分析 [J]. 山西农业大学学报, 2005, 25 (1):16-19. (Qiao H L, Li S C, Lu P F, et al. Study on the structure of spider community and dynamics of its dominant species in cabbage field [J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 2005, 25 (1):16-19.)
- [13] 李剑泉, 赵志模, 侯建筠. 植保领域的蜘蛛研究进展 [J]. 植物医生, 2000, 13 (6):9-12. (Li J Q, Zhao Z M, Hou J J. The research progress of spider in the field of plant protection [J]. Plant Doctor, 2000, 13 (6):9-12.)
- [14] 李学军, 郑国, 王淑贤, 等. 大豆蚜自然天敌种群动态及其控蚜作用研究 [J]. 应用昆虫学报, 2011, 48 (6):1613-1624. (Li X J, Zheng G, Wang S X, et al. The population dynamics and control effect of important natural enemies of the soybean aphid, *Aphis glycines* [J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2011, 48 (6):1613-1624.)
- [15] Holling C S. Some characteristics of simple type of predation and parasitism [J]. The Canadian Entomologist, 1959, 91 (7):385-398.
- [16] Holling C S. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly [J]. The Canadian Entomologist, 1959, 91 (5):293-320.
- [17] 吴坤君, 盛承发, 龚佩瑜. 捕食性昆虫的功能反应方程及其参数的估算 [J]. 昆虫知识, 2004, 41 (3):267-269. (Wu K J, Sheng C F, Gong P Y. Equation of predator functional response and estimation of the parameters in it [J]. Entomological Knowledge, 2004, 41 (3):267-269.)
- [18] 刘爽, 王甦, 刘伯明, 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. (Liu S, Wang S, Liu B M, et al. The predation function response and predatory behavior observation of *Chrysopa pallens* Larva to *Bemisia tabaci* [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2011, 44 (6):1136-1145.)
- [19] 戈峰, 丁岩钦. 棉田生态系统中害虫、天敌群落结构与功能关系的研究 [J]. 生态学报, 1996, 16 (5):535-540. (Ge F, Ding Y Q. Studies on the correlation between the structure and function of insect pests community and natural enemies community in cotton agroecosystems [J]. Acta Ecologic Sinica, 1996, 16 (5):535-540.)