



主持人: 缪卫国

施氮水平对普通大蓟马繁殖及子代性比的影响

张 仲, 邹游兴, 但建国

(海南大学 植物保护学院/热带农林生物灾害绿色防控教育部重点实验室, 海口 570228)

摘要: 为了评价施氮(N)水平对普通大蓟马(*Megalurothrips usitatus*)繁殖及其性比的影响, 采用盆栽法种植豇豆(*Vigna unguiculata*), 分别按低 N(0 kg·hm⁻²)、中 N(160 kg·hm⁻²)和高 N(320 kg·hm⁻²)水平于苗前土施尿素, 用叶盘法在室内单头饲养已交配的1日龄雌虫, 以嫩豇豆荚饲养其子代, 观察亲代雌虫的繁殖与存活状况、子代的数量与性别。结果显示: 与低 N 和中 N 处理相比, 高 N 显著延长亲代雌虫的存活天数和产卵期, 缩短产卵前期, 提高产卵量和日产卵量。低 N、中 N 和高 N 处理的子代雄性比分别为 0.70、0.59 和 0.45, 彼此之间差异显著。子代雌虫数量随施 N 水平的提高而增加, 高 N 处理的子代成虫数显著大于低 N 和中 N。施 N 对子代存活率没有影响。以上结果表明, 施 N 水平能影响普通大蓟马的生长繁殖和性比, 偏施 N 肥有利于普通大蓟马的繁殖, 促使子代性比偏雌。

关键词: 普通大蓟马; 性比; 产卵; 豇豆; 氮肥

中图分类号: S433.89

文献标志码: A

文章编号: 1674-7054(2024)01-0079-06

张仲, 邹游兴, 但建国. 施氮水平对普通大蓟马繁殖及子代性比的影响 [J]. 热带生物学报, 2024, 15(1): 79-84.

doi: 10.15886/j.cnki.rdswwb.20230061

普通大蓟马(*Megalurothrips usitatus*)是豆类植物上的一种重要害虫^[1-3], 尤其对豇豆属植物有强烈偏好性^[4]。该虫的发生与危害严重影响豆类作物的产量和品质^[5-6]。在我国海南岛, 普通大蓟马对多种常用杀虫剂产生了抗药性, 成为最难对付的豇豆(*Vigna unguiculata*)害虫^[5, 7]。普通大蓟马是典型的单倍-二倍体生物(Haplodiploidy), 其繁殖方式包括两性生殖和产雄孤雌生殖^[1, 8]。性比是昆虫种群结构特征之一^[9], 可用来预测蓟马种群增长趋势、确定防治时间^[10]。性比和繁殖力是影响蓟马种群动态的最敏感因子^[11]。蓟马的性比受多种非生物因子和生物因子的影响, 例如, 温度、食物、蓟马的生物学和生态学特性和防控因子等^[8, 12-15]。寄主植物质量的变化不仅能改变植食性昆虫的繁殖力, 还能影响某些昆虫的性别分配, 导致性比偏雌或偏雄^[16]。氮(N)是影响昆虫寄主植物营养质量的关键因子之一^[17]。然而, 迄今为

止, 有关 N 对普通大蓟马繁殖的影响国内外尚无报道。因此, 本研究拟研究不同施氮水平对豇豆普通大蓟马繁殖及其子代性比的影响, 以期为普通大蓟马的绿色防控提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 供试植物 豇豆(品种: ‘纯丰长豇’)种植于网室大棚内, 按“无公害食品豇豆生产技术规程”进行栽培管理^[18], 不施用农药。选取健康的幼嫩豆荚作为饲养普通大蓟马的食物。

1.2 供试虫源 在海南大学海甸校区植物保护学院教学实验基地豇豆种植区(110°32' E, 20°05' N), 采集豇豆花内的普通大蓟马成虫, 带回室内, 以幼嫩的豇豆豆荚饲养, 适时更换食物。饲养环境条件: 温度(26±1)℃、相对湿度(60±5)%、光周期 14:10(光:暗)。子代化蛹后将蛹挑入试管(12 mm×100 mm)内, 进行单头饲养。当成虫羽化

收稿日期: 2023-04-16

修回日期: 2023-05-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(31760515)

第一作者: 张仲(1995-), 男, 海南大学植物保护院 2018 级硕士研究生。E-mail: 2572237953@qq.com

通信作者: 但建国(1965-), 男, 副教授。研究方向: 昆虫毒理与生理生化。E-mail: danwolke@foxmail.com

后,立即按性比 1:1 配对饲养 24 h。最后,挑选出健康的已交配雌虫作为试虫。

1.3 试验方法 试验处理:按尿素(含 N 46%,中海石油化学股份有限公司)的施用水平设置 3 个处理:低 N、中 N 和高 N,其施 N 量分别为 0、160 和 320 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ [18]。

盆栽豇豆:采用盆栽法种植豇豆。盆栽土来自海南大学海甸校区植物保护教学基地,其基本理化特征值为:全氮 0.371 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全磷 0.181 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全钾 0.952 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;碱解氮 75.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷 5.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 44.7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有机质 4.62 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;PH 为 5.93。3 个处理施用的肥料还包括 15 $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 羊粪(内蒙古吉人化肥有限公司)、146.25 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 过磷酸钙(含 P_2O_5 16%,广东丰泽化工有限公司)和 243.75 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 硫酸钾(含量 99%,西陇科学股份有限公司)。上述肥料的施肥量换算成每盆 1 kg 土壤的施肥量,均以基肥形式混施于盆栽土中。采用分期播种豇豆。每个花盆(17.2 $\text{cm}\times 17$ cm)保留 5 株幼苗,适时浇水。所有花盆放置于网室大棚内。选取苗龄为 13~15 d、健康的第 1 张叶片供试。

接虫与饲养:用直径为 12 mm 的打孔器在豇豆叶片上切取叶盘。每支玻璃试管(12 $\text{mm}\times 150$ mm)内放置 1 个叶盘,叶背面朝上,然后接入 1 头已交配的 1 日龄雌虫。每 24 h 更换叶盘,直至雌虫死亡。在体视显微镜(XTS20,北京泰克仪器公司)下对已更换出来的叶盘进行镜检,检查和记录卵粒数。然后将已着卵的叶盘转移到新的试管中,用幼嫩豇豆豆荚继续饲养,直至成虫羽化。所有试管均放置于(26±1)℃、相对湿度(60±5)%、光周期 $L_{\text{光}}:D_{\text{暗}}=14:10$ 条件下。各处理的亲代雌虫数为 40~51 头。每天观察亲代雌虫的繁殖与存活状况、子代的数量与性别。计算亲代雌虫的存活时间、产卵前期、产卵期、产卵后期、产卵量和日产卵量,以及亲代雌虫所产子代成虫的性比(即雄性占成虫比例)和日性比、子代从卵至成虫羽化时的存活率。

1.4 数据处理 采用 Excel 2010 进行试验数据的汇总与绘图;利用 SPSS 19.0 软件进行数据分析。子代性比和存活率均经反正弦转换后,进行方差分析和多重比较(Duncan 多重比较法)。

2 结果与分析

2.1 亲代雌虫的发育和产卵量 亲代雌虫的存活天数和产卵期均以高 N 处理最长,分别长达 24.48 d 和 23.13 d,且显著大于另 2 个处理($P<0.05$);低 N 和中 N 处理的存活天数相似,其值为 19 d 左右;低 N 和中 N 处理的产卵期差异不大,大约为 17 d。对产卵前期而言,高 N 处理仅有 0.15 d,显著小于低 N 处理(0.92 d)和中 N 处理(0.91 d)($P<0.05$)。低 N、中 N 和高 N 处理的产卵量分别为 46.51、63.30 和 100.13 粒·雌⁻¹,其中,高 N 处理与低 N 和中 N 处理之间的差异都达到了显著水平($P<0.05$)。同样地,高 N 处理的日产卵量 [4.38 粒·(雌·d)⁻¹] 也显著大于低 N 处理 [2.82 粒·(雌·d)⁻¹] 和中 N 处理 [3.36 粒·(雌·d)⁻¹]($P<0.05$)(表 1)。说明已交配普通大蓟马雌虫的存活天数、产卵前期、产卵期、产卵量和日产卵量均受施 N 处理的影响,但产卵后期不随施 N 水平而变化。

表 1 豇豆 3 种施 N 水平下普通大蓟马亲代雌虫的发育与产卵量

参数	低 N	中 N	高 N
存活天数/d	18.86±0.67b	19.70±0.95b	24.48±1.29a
产卵前期/d	0.92±0.21a	0.91±0.21a	0.15±0.10b
产卵期/d	16.20±0.79b	17.16±1.10b	23.13±1.26a
产卵后期/d	1.75±0.26a	1.64±0.27a	1.20±0.19a
产卵量/(粒·雌 ⁻¹)	46.51±4.38b	63.30±8.25b	100.13±5.99a
日产卵量/[粒·(雌·d) ⁻¹]	2.82±0.19b	3.36±0.29b	4.38±0.15a

注:表中数值为平均数±标准差,同一行数据后标有不同字母表示在 $P<0.05$ 上差异显著。

2.2 子代性比和日性比 豇豆 3 种施 N 水平下,普通大蓟马亲代雌虫在存活期内所产子代的性比见图 1。从图 1 可知,子代性比随豇豆施 N 水平的

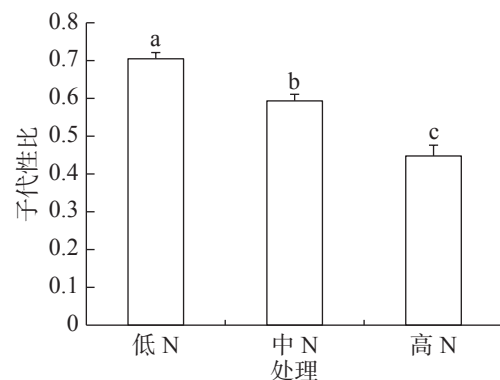


图 1 豇豆施 N 水平对普通大蓟马子代性比的影响

增加而下降, 从偏雄性逐步转向偏雌性; 低 N、中 N 和高 N 处理的子代性比分别为 0.70、0.59 和 0.45, 彼此之间的差异都达到了显著水平 ($P < 0.05$)。

不同施 N 条件下普通大蓟马所产子代的日性比展现出了波动性(图 2)。但是, 在雌虫产卵的前

25 d 内, 子代日性比的波动相对较小; 低 N 处理的日性比全部偏雄, 其值介于 0.60 ~ 0.83; 同样, 中 N 处理的日性比基本偏雄, 仅有 2 d 的性比小于 0.5; 对高 N 处理而言, 日性比多数偏雌, 其值在 0.31 ~ 0.57 之间变化, 日性比等于或大于 0.5 的情形仅出现了 3 次。

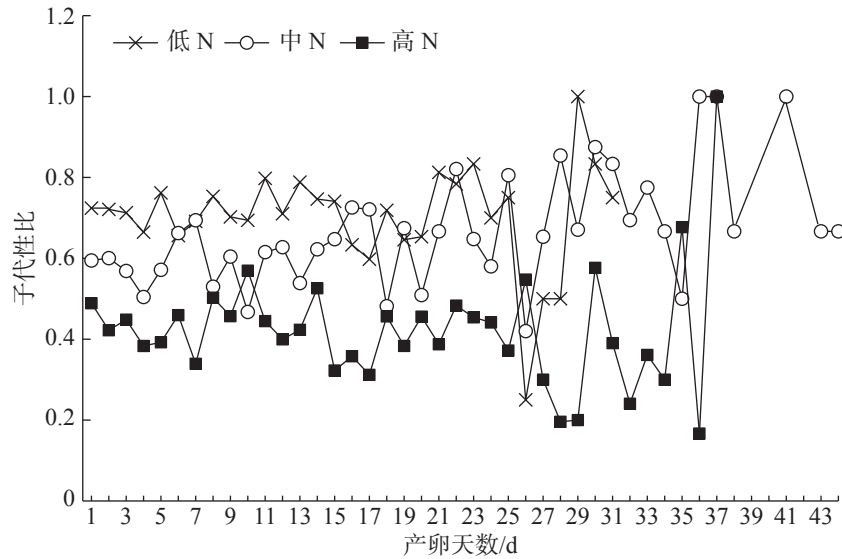


图 2 不同豇豆施 N 水平下普通大蓟马所产子代的日性比动态

2.3 子代成虫数量 豇豆施 N 水平对普通大蓟马所产子代的雄虫数没有显著影响, 3 个处理的子代雄虫数介于 30.22 ~ 41.45 头·雌⁻¹(图 3)。子代雌虫数量则随施 N 水平的提高而增加, 低 N、中 N 和高 N 处理的子代雌虫数分别为 15.51、26.02 和 57.93 头·雌⁻¹, 彼此之间差异显著 ($P < 0.05$)。子代成虫数以高 N 处理最多, 其值高达 99.38 头·雌⁻¹, 同另 2 个处理的差异均达到了显著水平 ($P < 0.05$), 但低 N 处理(45.73 头·雌⁻¹)和中 N 处理

(62.32 头·雌⁻¹)之间没有显著差异。

2.4 子代存活率 豇豆 3 种施 N 条件下, 普通大蓟马所产子代的存活率介于 98.68% ~ 99.24% 之间(图 4), 彼此间差异不显著。

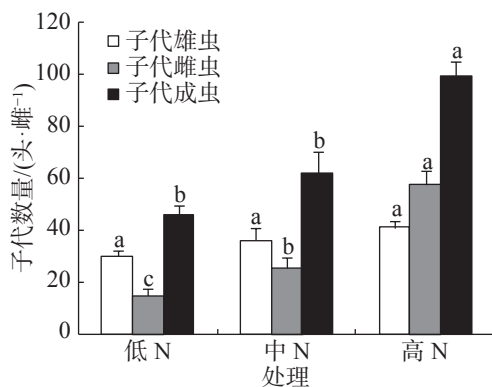


图 3 豇豆施 N 水平对普通大蓟马子代成虫数量的影响

图中数据为平均值±标准差。同一子代类型的柱上标有不同字母时, 表示在 $P < 0.05$ 上差异显著。

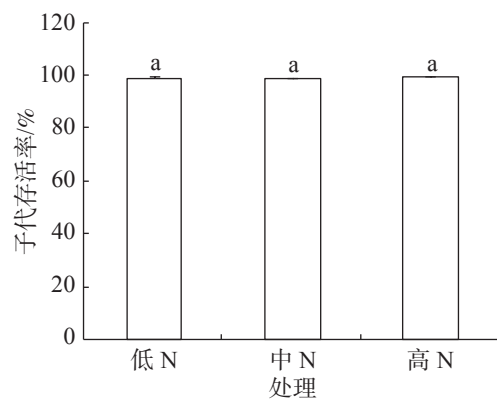


图 4 豇豆施 N 水平对普通大蓟马子代存活率的影响

3 讨论

本研究首次在室内评价了豇豆 3 种施 N 水平对普通大蓟马繁殖及其子代性比的影响。试验结果表明, 高 N 显著延长已交配普通大蓟马雌虫的存活天数和产卵期, 并缩短产卵前期, 同时还提高

其产卵量和日产卵量。但是,亲代雌虫的这些特征参数在低 N 和中 N 处理之间没有显著差异。由此可见,偏施 N 肥能促进普通大蓟马的繁殖,而少施 N 肥对该虫的繁殖没有明显影响。已交配普通大蓟马雌虫所产子代的性比随豇豆施 N 水平的增加而显著下降,由偏雄性比逐步转向偏雌性比,这归功于雌性子代数的增加。高 N 处理还能显著提高子代成虫的数量。普通大蓟马子代存活率不受豇豆施 N 水平的影响,所以,豇豆施 N 水平对该虫的性别分配具有调控作用,施 N 愈多,产雌愈多。

寄主植物施 N 水平影响害虫的生长与繁殖^[16]。Hunt 等^[19]研究发现,施以中等 N 水平的黄瓜(*Cucumis sativus*)更有利于西花蓟马(*Frankliniella occidentalis*)的生长发育、存活和繁殖。Baez 等^[20]曾报道,施用 N 肥促使甜椒(*Capsicum annuum*)和番茄(*Solanum lycopersicum*)花朵上西花蓟马的性比更加偏雌。施 N 后番茄花朵苯丙氨酸等芳香族氨基酸的含量上升,对西花蓟马雌虫有利^[21-22]。二斑叶螨(*Tetranychus urticae*)也属单倍二倍体生物^[23],高 N 处理能导致该螨的产卵前期缩短、产卵期和寿命延长、繁殖力提高^[24]。雌螨比率随叶片氮含量的增加而增大^[25]。本研究也得到了类似的结果,豇豆偏施 N 肥有利于普通大蓟马的繁殖,促使子代性比偏雌。

蓟马的发生与危害跟 N 肥的施用有密切的关系^[26-27]。对西花蓟马的研究表明,在多种寄主植物上的成虫数量随施 N 水平的增加而增加,例如,番茄^[20-21,28]、菊花(*Dendranthema grandiflora*)^[29-31]和月季(*Rosa hybrida*)^[32]。施用 N 肥对蓟马种群的这种促进作用可能跟植株体内氨基酸含量的上升有关。在氨基酸含量高的植株上,蓟马往往产下更多的卵^[33]。西花蓟马对生菜(*Lactuca sativa*)、番茄、甜椒和黄瓜等 4 种蔬菜的危害跟叶片蛋白质中芳香族氨基酸含量呈极显著正相关^[34]。Agbahungba 等^[35]发现,非洲豆蓟马(*Megalurothrips sjostedti*)对不同豇豆品种的危害程度与豇豆可溶性氨基酸含量有极显著的正相关性。同样地,蓟马在花生(*Arachis hypogea*)不同品种上的发生与危害同叶片游离氨基酸含量也呈极显著正相关^[36]。因此,在未来的研究中,有必要评价氨基酸在普通大蓟马繁殖和性别分配中的作用。

参考文献:

- [1] 张念台. 蓟马为害杂粮之习性及其防治[J]. 中华昆虫特刊, 1987(1): 55-72.
- [2] 邱海燕, 刘奎, 李鹏, 等. 豆大蓟马的生物学特性研究[J]. 热带作物学报, 2014, 35(12): 2437-2441.
- [3] TANG L D, YAN K L, FU B L, et al. The life table parameters of *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) on four leguminous crops[J]. *Florida Entomologist*, 2015, 98(2): 620-625.
- [4] 谭珂, 李曼娟, 陈鑫, 等. 普通大蓟马产卵选择性初探[J]. 热带作物学报, 2015, 36(3): 587-590.
- [5] 范咏梅, 童晓立, 高良举, 等. 普通大蓟马在海南豇豆上的空间分布型[J]. 环境昆虫学报, 2013, 35(6): 737-743.
- [6] 谭珂, 陈鑫, 李曼娟, 等. 普通大蓟马在 3 种豆类作物上的实验种群生命表研究[J]. 热带作物学报, 2015, 36(5): 956-960.
- [7] 唐良德, 赵海燕, 付步礼, 等. 海南地区豆大蓟马田间种群的抗药性监测[J]. 环境昆虫学报, 2016, 38(5): 1032-1037.
- [8] 罗亚丽, 施丹, 乔雪莹, 等. 杀虫剂亚致死浓度对普通大蓟马繁殖的影响[J]. 应用昆虫学报, 2020, 57(2): 427-433.
- [9] SCHOWALTER T D. Insect ecology: an ecosystem approach[M]. 4th ed. London, UK: Academic Press, 2016.
- [10] STUART R R, GAO Y L, LEI Z R. Thrips: pests of concern to China and the United States[J]. *Agricultural Sciences in China*, 2011, 10(6): 867-892.
- [11] WANG K, SHIPP J L. Simulation model for the population dynamics of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber[J]. *Environmental Entomology*, 2001, 30(6): 1073-1081.
- [12] BONDY E C, HUNTER M S. Sex ratios in the haplodiploid herbivores, Aleyrodidae and Thysanoptera: a review and tools for study[M]//JURENKA R (ed.). *Advances in Insect Physiology*. Vol. 56. Cambridge: Academic Press Inc., 2019: 251-281.
- [13] WAN Y, HUSSAIN S, MERCHANT A, et al. Tomato spotted wilt orthotospovirus influences the reproduction of its insect vector, western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, to facilitate transmission[J]. *Pest Management Science*, 2020, 76(7): 2406-2414.
- [14] KATLAV A, NGUYEN DT, COOK JM, et al. Constrained sex allocation after mating in a haplodiploid thrips species depends on maternal condition[J]. *Evolution*, 2021, 75(6): 1525-1536.
- [15] 杨鹤鸣, 叶子龙, 黄慧秀, 等. 普通大蓟马子代性比对同种成虫气味的响应[J]. 热带生物学报, 2022, 13(6): 628-633.
- [16] AWMACK C S, LEATHER S R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects[J]. *Annual Review of Entomology*, 2002, 47: 817-844.

- [17] BALA B, SOOD A K, PATHANIA V S, et al. Effect of plant nutrition in insect pest management: a review[J]. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2018, 7(4): 2737 – 2742.
- [18] 中华人民共和国农业部. 无公害食品 豇豆生产技术规程: NY/T 5079—2002 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [19] HUNT D, CARTER N, DRURY C. The influence of nitrogen on seedless cucumber resistance and susceptibility to western flower thrips[J]. *Acta Horticulturae*, 1999(481): 561 – 568.
- [20] BAEZ I, REITZ S R, FUNDERBURK J E, et al. Variation within and between *Frankliniella* thrips species in host plant utilization[J]. *Journal of Insect Science (Online)*, 2011, 11(1): 41.
- [21] BRODBECK B V, STAVISKY J, FUNDERBURK J E, et al. Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*[J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2001, 99(2): 165 – 172.
- [22] BRODBECK B V, FUNDERBURK J, STAVISKY J, et al. Recent advances in the nutritional ecology of Thysanoptera, or the lack thereof[M]//MARULLO R, MOUND L A (eds.). *Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th international symposium on Thysanoptera*. Canberra: Australian National Insect Collection, 2002: 145–153.
- [23] MACKE E, MAGALHÃES S, BACH F, et al. Sex-ratio adjustment in response to local mate competition is achieved through an alteration of egg size in a haplodiploid spider mite[J]. *Proceedings Biological Sciences*, 2012, 279(1747): 4634 – 4642.
- [24] TAGHIZADEH R, CHI H. Demography of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) under different nitrogen regimes with estimations of confidence intervals[J]. *Crop Protection*, 2022, 155: 105920.
- [25] WERMELINGER B, DELUCCHI V. Effect of sex-ratio on multiplication of the two-spotted spider mite as affected by leaf nitrogen[J]. *Experimental & Applied Acarology*, 1990, 9(1/2): 11 – 18.
- [26] MOUDEN S, SARMIENTO K F, KLINKHAMER P G, et al. Integrated pest management in western flower thrips: past, present and future[J]. *Pest Management Science*, 2017, 73(5): 813 – 822.
- [27] REITZ S R, GAO Y, KIRK W D J, et al. Invasion biology, ecology, and management of western flower thrips[J]. *Annual Review of Entomology*, 2020, 65: 17 – 37.
- [28] STAVISKY J, FUNDERBURK J, BRODBECK B V, et al. Population dynamics of *Frankliniella* spp. and tomato spotted wilt incidence as influenced by cultural management tactics in tomato[J]. *Journal of Economic Entomology*, 2002, 95(6): 1216 – 1221.
- [29] SCHUCH U K, REDAK R A, BETHKE J A. Cultivar, fertilizer and irrigation affect vegetative growth and susceptibility of chrysanthemum to western flower thrips[J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1998, 123(4): 727 – 733.
- [30] DAVIES F, CHUANJIU HE C, AMANDA CHAU A, et al. Fertiliser application affects susceptibility of chrysanthemum to western flower thrips - abundance and influence on plant growth, photosynthesis and stomatal conductance[J]. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2005, 80(4): 403 – 412.
- [31] CHAU A, HEINZ K M, DAVIES FT. Influences of fertilization on population abundance, distribution, and control of *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum[J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2005, 117(1): 27 – 39.
- [32] CHOW A, CHAU A, HEINZ K M. Reducing fertilization: a management tactic against western flower thrips on roses[J]. *Journal of Applied Entomology*, 2012, 136(7): 520 – 529.
- [33] ANANTHAKRISHNAN T N. Bionomics of thrips[J]. *Annual Review of Entomology*, 1993, 38: 71 – 92.
- [34] MOLLEMA C, COLE R A. Low aromatic amino acid concentrations in leaf proteins determine resistance to *Frankliniella occidentalis* in four vegetable crops[J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1996, 78(3): 325 – 333.
- [35] SYMPHORIEN A, KARUNGI J, ODONG T L, et al. Biochemical constituents influencing the resistance to flower bud thrips in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] germplasm[J]. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 2018, 28(1): 128 – 137.
- [36] RAJASHREE S B, KABRE G B, MORE S R, et al. Biochemical traits of groundnut genotypes for their reaction to thrips[J]. *Pharma Innovation*, 2021, 10(11): 126 – 132.

Effects of nitrogen fertilization on reproduction and offspring sex ratio in *Megalurothrips usitatus* (Bagrall) (Thysanoptera: Thripidae)

ZHANG Zhong, ZOU Youxing, DAN Jianguo

(School of Plant Protection, Hainan University/Key Laboratory of Green Prevention and Control of Tropical Plant Diseases and Pests, Ministry of Education, Haikou, Hainan 570228, China)

Abstract: In order to evaluate the influences of nitrogen fertilization on reproduction and sex ratio of *Megalurothrips usitatus* (Bagrall), an economically important pest of legumes, the 1-day-old mated females were provided daily with leaf disks cut from the first leaves of potted cowpea at the age of 13 to 15 days, which were fertilized as a single pre-plant application with three different levels of urea at rates of 0, 160, and 320 N kg·hm⁻², respectively. After being checked the number of eggs, each leaf disk was transferred into a glass tube containing a section of young bean pod of cowpea, which was harvested from the field plants. Oviposition days of the focal females were recorded, and their offspring adult were sexed and counted. Sex ratios of offspring were calculated as proportion of males. The results showed that the females reared on leaf disks from plants fertilized with high N had significantly prolonged survival duration and oviposition duration, and shortened pre-oviposition period, and significantly greater oviposition rate and daily oviposition rate, compared to low N and medium N treatments. Offspring sex ratios for low N, medium N and high N treatments were 0.70, 0.59, and 0.45, respectively, which were significantly different among each other. The number of offspring females produced by the females increased as N application rate increased. The number of offspring adults for high N treatment was significantly higher than those for low N and medium N treatments. N application level had no effect on immature survival of the offspring. In conclusion, nitrogen fertilization impacts on development, reproduction, and sex ratio of *M. usitatus*. Nitrogen overfertilization increases offspring production of this thrips, with a female-biased sex ratio.

Keywords: *Megalurothrips usitatus*; sex ratio; oviposition; *Vigna unguiculata*; nitrogen fertilizer

(责任编辑:潘学峰)