

配对雄螨数量对二斑叶螨雌成螨繁殖潜力的影响*

史 历** 张廷伟*** 张育霞 袁 月

(甘肃农业大学植物保护学院, 甘肃省农作物病虫害生物防治工程实验室, 兰州 730070)

摘 要 【目的】明确雄螨数量对二斑叶螨 *Tetranychus urticae* 雌成螨繁殖潜力的影响, 研究配对性比在种群变化中的关键作用, 为害螨发生的预测预报提供科学依据。【方法】采用离体叶片饲养法, 研究了不同性比结构 (♀:♂=3:0、3:1、3:2、3:3 和 3:4) 对二斑叶螨单雌产卵量、产卵历期、雌成螨寿命以及子代孵化率、羽化率和性比的影响。【结果】配对雄螨数量对二斑叶螨雌成螨的生殖力、雌成螨寿命及子代适合度有显著影响: 二斑叶螨营两性生殖时, 其产卵量均低于孤雌生殖 (97.64 粒/雌), 雌成螨的产卵历期随着配对雄螨数量的增加逐渐缩短; 孤雌生殖的二斑叶螨雌成螨平均寿命显著长于有性生殖 ($P<0.05$), 且随雄螨密度的增大而降低; 孤雌生殖和两性生殖的二斑叶螨子代 (卵) 孵化率与子代 (若螨) 羽化率无显著差异 ($P>0.05$), 均达 90% 以上; 二斑叶螨孤雌生殖时子代全为雄性, 两性生殖时以产雌为主, 性比接近 3:1。【结论】孤雌生殖的二斑叶螨繁殖力高于两性生殖; 不同性比对二斑叶螨后代适合度无影响; 二斑叶螨种群有性比自调节能力, 孤雌生殖的后代都是雄性, 随着配对雄螨数量的增加, 有性生殖率增加, 后代以雌螨为主。

关键词 二斑叶螨; 性比; 生殖力; 后代适合度

The effect of sex ratio on the reproductive potential of adult female *Tetranychus urticae*

SHI Li** ZHANG Ting-Wei*** ZHANG Yu-Xia YUAN Yue

(Bio-control Engineering Laboratory of Crop Diseases and Pests of Gansu Province, College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract 【Aim】To investigate the effects of paired males on the reproduction potential of adult female *Tetranychus urticae*. This study aims to determine the key role of sex ratio in population dynamics to establish a scientific foundation for predicting mite population trends. 【Methods】A single head feeding technique using the isolated leaf feeding method was employed to investigate the effects of different sex ratios (♀:♂=3:0, 3:1, 3:2, 3:3, 3:4) of *T. urticae* on female oviposition, oviposition period and adult longevity, as well as offspring hatch rate, eclosion rate and sex ratio. 【Results】Reproductive fitness, female adult longevity and offspring fitness were significantly affected by the number of paired males. Mated female *T. urticae* laid significantly fewer eggs per female compared to unmated females (97.64/female). The oviposition period for mated females gradually decreased with an increasing number of males. Adult longevity was significantly longer in unmated females compared to mated females ($P<0.05$). Additionally, adult longevity decreased as the number of males increased. There was no significant difference between mated and unmated females in egg hatch rate or nymph eclosion rate ($P>0.05$), both of which were above 90%. The offspring resulting from parthenogenesis were all male, while offspring from sexual reproduction were predominantly female, with a sex ratio close to 3:1. 【Conclusion】The fecundity of parthenogenic females was higher than amphigenetic females. Different maternal sex ratios had no effect on offspring fitness of *T. urticae*. *T. urticae* population

*资助项目 Supported project: 国家自然科学基金项目 (31960227)

**第一作者 First author, E-mail: 1249039199@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: zhangtw@gsau.edu.cn

收稿日期 Received: 2023-03-15; 接受日期 Accepted: 2024-04-03

has self-regulation ability of sex ratio, the offspring resulting from parthenogenesis were all male. As the number of male mites increased and they paired with females, the rate of sexual reproduction increased, resulting in predominantly female offspring.

Key words *Tetranychus urticae*; sex ratio; fecundity; fitness of offspring

二斑叶螨 *Tetranychus urticae* 是世界分布的多食性害螨, 寄主包括果树、农作物、蔬菜和花卉等 1 100 余种 (Wannes *et al.*, 2013; Amoah *et al.*, 2016; 孙荆涛等, 2022)。二斑叶螨以成、若螨在寄主叶片背面刺吸为害并吐丝结网, 受害部位初期失绿, 严重时叶片脱落乃至整株死亡, 严重影响作物生长和产量品质的提高 (孟和生等, 2001; Merlinkamala and Kennedy, 2018)。二斑叶螨属于长日照发育兼典型的高温活动型害虫, 条件适宜时完成一个世代仅需 13-15 d (周玉书等, 2003), 在我国年繁殖 10-20 代, 世代数目自北向南逐渐增加。由于二斑叶螨具有繁殖力强、个体微小及迁移能力差等生物学特性, 致使其对寄主植物的选择性较弱而适应性较强, 易随介质传播并在新的地区建立新的种群 (牛永浩等, 2006; 王常清, 2021)。此外, 在我国西北地区农业结构调整与节水行动的背景下, 设施农业逐渐发展, 温室内通风不良、高温低湿的环境再次引发二斑叶螨暴发为害 (杜升, 2018)。

二斑叶螨以滞育型雌成螨越冬, 当温度到 10 °C 以上时出蛰, 出蛰后营孤雌生殖, 所产后代均为雄螨 (卵未受精), 子代雄螨再与母代雌螨回交可得到两性生殖后代个体 (龚舒, 2015; Schausberger and Sato, 2019), 后代雌雄性比趋于 3 : 1 (孙玺文等, 2018; 常芸, 2020)。性比对生物的种群增长有着直接的关系, 对具有多种生殖可塑性的昆虫或节肢动物而言, 性比的研究有助于了解和掌握生物种群的发生动态变化, 也是进行种群系统研究的基础 (费世民等, 2011)。对昆虫而言, 母代性别比例明显影响其种群动态。宫亚军等 (2010) 研究发现小菜蛾 *Plutella xylostella* 雌雄比例较高时雌成虫生殖力降低, 导致短期内虫口密度回落; Marc 和 Heard (2015) 发现云杉色卷蛾 *Choristoneura fumiferana* 在爆发早期, 种群密度较低时性别比始终偏向雄虫; 大豆食心虫 *Leguminivora glycinivorella* 不同性比对雌虫产卵量的研究表明, 随着雌雄性比的增大雌蛾产卵量

逐渐下降 (李文敬等, 2020)。螨类对农业生产的破坏性仅次于昆虫, 相关性比研究发现, 二斑叶螨雌成螨的年龄相比密度而言对后代性比的影响更大, 并且产卵环境影响其繁殖性能和后代性比 (Akimasa *et al.*, 2021); 李定旭等 (2017) 研究了山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* 雄螨的繁殖潜力与其交配次数、授精的雌螨数密切相关, 随着交配次数的增多, 雄螨的交配能力和授精能力逐渐下降, 与之交配的雌螨所产的雌性后代数逐渐减少, 雄性后代数逐渐增多; Rodrigues 等 (2017) 证实二斑叶螨雄螨交配受性外激素调控, 进而调节种群极端性比; 孙玺文等 (2018) 研究认为二斑叶螨雌成螨配对时间越长, 后代性比越小。当前有关二斑叶螨种群性比已做了大量研究, 但配对雄螨数量对二斑叶螨繁殖力、种群动态及后代性比的影响尚未见报道。因此, 本研究以二斑叶螨为研究对象, 研究了不同配对雄螨数量对二斑叶螨雌螨生殖力、后代适应性和种群动态变化的影响, 旨在明确不同性比结构对二斑叶螨种群动态的影响, 以期有害螨种群预测预报和综合防治奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

二斑叶螨于 2022 年 6 月中旬从甘肃农业大学校园白三叶 *Trifolium repens* 上采集, 选取生命力强、个体大小均匀的个体若干头, 带回实验室在人工气候箱 (QRGN-400-3 型, 杭州琦胜电子科技有限公司) 中豇豆苗 *Vigna unguiculata* 上饲养繁殖多代后备用。试验参照张廷伟等 (2016) 的离体叶片饲养法, 在温度为 (25±1) °C、光周期 L : D=16 : 8、相对湿度 60%±5% 的人工气候箱中进行。在直径为 10 cm 培养皿内放一层厚 1 cm 的海绵, 其上平铺一张滤纸, 加蒸馏水至海绵完全浸湿并有余液。将新鲜、洁净的豇豆叶片叶背朝上平铺于滤纸, 叶缘与叶柄用浸水脱脂

棉条覆盖,以防螨逃逸并保持叶片新鲜。从室内饲养的二斑叶螨种群中分别挑选处于静止期的雌性第 2 若螨以及雄性第 2 若螨若干,分别置于不同培养皿中继续饲养,待羽化后做为供试雌成螨和雄成螨虫源。选择羽化 12 h 内的雌、雄成螨用于后续试验。

1.2 试验设计

试验共设置 5 个不同的雌雄螨配对比率,即 ♀:♂=3:0 (孤雌生殖)、3:1、3:2、3:3 和 3:4,分别于雌螨羽化当天为每处理中各雌螨接入相应数量的初羽化雄螨 (≤12 h),期间不移除雄螨,使其自然交配,不限制交配次数直到自然死亡。每天定时观察并分别记载每处理中雌螨的产卵量、雌成螨存活天数,直到所有雌成螨全部自然死亡为止。同时将各处理雌螨所产的卵移出并在相同条件下继续饲养,卵孵化后统计孵化率,将幼螨继续饲养至成虫羽化,统计羽化率和后代性比。每个处理供试雌雄螨各 30 组,重复 3 次。

1.3 数据处理

不同配比下雌成螨产卵量、产卵天数、雌成螨寿命和子代孵化率、羽化率、性比等指标参数数据均采用 Excel 2021 和 SPSS 24.0 进行统计,采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性分析

($P<0.05$)。孵化率指每个性比种群初孵幼螨数占种群总产卵量的百分比;羽化率指每个性比种群羽化螨数占种群总孵化量的百分比;每雌产卵量指每个性比种群总产卵量除以该种群中的雌螨数量;性比指当代种群所有个体中雌性个体数与雄性个体数之比。

2 结果与分析

2.1 配对雄螨数量对二斑叶螨生殖力的影响

由表 1 可知,配对雄螨数量对二斑叶螨雌成螨的繁殖有显著影响。二斑叶螨营孤雌生殖 (♀:♂= 3:0) 时,雌成螨的平均产卵量最高为 97.64 粒/雌,平均产卵时间最长,达 14.57 d;两性生殖的种群中,随着配对雄螨数量的增多,雌成螨的平均产卵量逐渐增加,但平均产卵期逐渐缩短;每雌日均产卵量随着配对雄螨数量的增多逐渐增加。二斑叶螨在低雄配比时的每雌产卵量显著低于高雄配比 ($P<0.05$),低雄配比时的平均产卵期显著长于高雄配比 ($P<0.05$),低雄配比时的日均产卵量显著低于高雄配比 ($P<0.05$)。当配对雌成螨数量均为 3 头时,随着配对雄螨数量由 1 头增加为 4 头时,每头雌成螨的平均产卵量增加了 9.02 粒,增比 12.03%,平均产卵期缩短了 0.75 d,平均产卵速率增加了 0.82 粒/雌/d。

表 1 配对雄螨数量对二斑叶螨生殖力的影响
Table 1 Effect of maternal sex ratio on fecundity of female *Tetranychus urticae*

母代配对性比 Maternal sex ratio (♀:♂)	生殖力参数 Fecundity parameter		
	产卵量 (粒/雌) Eggs laid per female (grain/female)	产卵期 (d) Oviposition period (d)	产卵速率 (粒/雌/d) Reproductive rate (grain/female/d)
3:0	97.64±2.36 a	14.57±0.16 a	5.88±0.21 ab
3:1	75.00±2.25 c	14.43±0.14 ab	5.14±0.25 c
3:2	78.80±2.21 bc	14.10±0.16 abc	5.23±0.20 bc
3:3	83.80±2.60 b	13.85±0.15 bc	5.81±0.23 ab
3:4	84.02±1.97 b	13.68±0.19 c	5.96±0.19 a

表中数据为平均值±标准误,同列不同小写字母表示不同雌雄配比下各参数在 $P<0.05$ 水平上差异显著 (Duncan 氏新复极差法检验)。下表同。

Data in the table are mean±SE, and followed by different lowercase letters in the same column indicate that the parameters of the different sex ratio are significant difference at 0.05 level by Duncan's multiple range test. The same below.

2.2 配对雄螨数量对二斑叶螨雌成螨寿命的影响

由图 1 可知, 不同配对雄螨数量对二斑叶螨雌成螨寿命有显著影响 ($P<0.05$)。与孤雌生殖相比, 随着配对雄螨数量的增多 (营两性生殖), 二斑叶螨雌成螨的寿命逐渐缩短, 但配对雄螨数量在 2-4 头范围内营两性生殖的雌成螨寿命无显著差异 ($P>0.05$), 营孤雌生殖 ($\text{♀}:\text{♂}=3:0$) 时的雌成螨寿命最长, 达 16.46 d; 二斑叶螨配对性比 $\text{♀}:\text{♂}=3:1$ 时雌成螨寿命次之, 为 15.50 d; 配对性比 $\text{♀}:\text{♂}=3:2$ 、 $3:3$ 和 $3:4$ 时雌成螨寿命差异不显著 ($P>0.05$), 约为 14.50 d。

2.3 配对雄螨数量对二斑叶螨后代适合度的影响

配对雄螨数量对二斑叶螨后代孵化率和羽化率的影响见表 2。二斑叶螨营孤雌生殖与不同性配比的两性生殖时孵化率与羽化率均无明显差异 ($P>0.05$), 孵化率与羽化率均达 90% 以上。二斑叶螨母代性比对其子代性比的影响显著 ($P<0.05$)。由表 2 可知, 二斑叶螨完全孤雌生

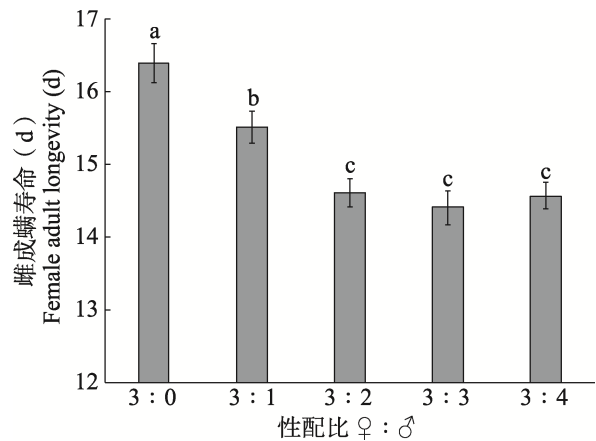


图 1 配对雄螨数量对二斑叶螨母代雌螨寿命的影响

Fig. 1 Effect of maternal sex ratio on longevity of female adult *Tetranychus urticae*

柱上不同小写字母表示不同配对雄螨数量间差异显著 ($P<0.05$, Duncan 氏新复极差法检验)。

The lowercase letters above bars indicate significant difference at different sex ratio ($P<0.05$, Duncan's multiple range test).

殖时, 后代全为雄性。两性生殖时后代性比偏雌, 母代配比 $\text{♀}:\text{♂}=3:1$ 、 $3:2$ 、 $3:3$ 和 $3:4$ 时后代总体雌雄性比接近于 $3:1$ 。

表 2 配对雄螨数量对二斑叶螨后代适合度的影响

Table 2 Effect of maternal sex ratio on offspring fitness of *Tetranychus urticae*

母代配对性比 Maternal sex ratio (♀:♂)	适合度参数 Fitness parameter			
	孵化率 (%) Hatching rate (%)	羽化率 (%) Eclosion rate (%)	子代雌性率 (%) Female proportion in offspring (%)	子代性比 (♀:♂) Offspring sex ratio (♀:♂)
3:0	90.02±1.19 a	93.95±0.81 a	0	0
3:1	93.00±1.37 a	92.56±1.65 a	75.34±1.67 a	3.12±0.25 a
3:2	92.64±1.45 a	93.64±1.95 a	74.40±1.32 a	3.09±0.15 a
3:3	90.00±1.23 a	91.63±0.81 a	74.77±0.66 a	3.00±0.12 a
3:4	91.02±1.40 a	91.70±1.00 a	75.36±0.62 a	3.08±0.11 a

3 结论与讨论

性比是种群结构的一个要素, 是了解物种种群变化的关键, 如果两性个体的比例相差过于悬殊, 显然是极其不利于种群的增殖而影响着种群结构及其动态, 在进行节肢动物短期预测预报时, 了解性比有利于做出更精准的判断(王雪等,

2021)。本文研究了配对雄螨数量对二斑叶螨雌成螨生殖力、后代适应性和子代性比的影响。结果表明, 营两性生殖的二斑叶螨产卵量和产卵历期均低于孤雌生殖; 孤雌生殖的二斑叶螨雌成螨平均寿命显著长于有性生殖, 且随雄螨密度的增大而缩短, 其结果与山楂叶螨的研究结果相似(李定旭等, 2009)。二斑叶螨营两性生殖的繁殖

力低于孤雌生殖,究其原因可能是二斑叶螨雄性比率的两性交配一方面干扰了雌成螨的刺吸取食,另一方面加重了雌性个体营养消耗和繁殖所需额外的负担,交配会使得雌成螨个体摄入的营养更多地流向生殖系统(如卵子发生和成熟),最后导致雌性成虫个体的寿命显著缩短、生殖力降低。本研究还发现,交配与否对二斑叶螨子代的孵化率与子代若螨的羽化率无明显影响。营孤雌生殖的二斑叶螨子代全为雄性;两性生殖的组别中随着雄螨数量的增多,子代均以产雌为主,性比均接近 3:1,这与二斑叶螨的自然种群中性比相似,说明二斑叶螨有一雄多雌配偶制现象。由于本试验各处理组中均未移除雄螨且没有限制雄螨的自然交配次数,因此模拟了二斑叶螨的自然繁殖环境,加之二斑叶螨雄螨有多次交配习性,故种群中雌性比率远高于雄性(Meteab *et al.*, 2022)。同时,进一步表明,在一定时间和空间范围内,二斑叶螨后代性比取决于母代种群密度和有效性比,这可能是在有限的资源条件下,雌雄个体抢占资源、维持种群发展的一种生态策略,进而间接或直接地干扰了雌虫生殖(Stuart *et al.*, 2005)。此外,雌雄配比的差异加剧交配竞争,从而缩短成虫的寿命(李定旭等, 2017)。

影响昆虫或螨类性比的因素有很多,包括母代性比、交配时间和次数等。自然种群中,生殖干扰也普遍存在:如二斑叶螨配对时间越长,后代雌雄比越低(孙玺文等, 2018);延迟交配使绿豆象 *Callosobruchus chinensis* 雌雄虫的寿命延长,并且显著降低了后代性比(余慧萍等, 2022)。禹云超等(2020)研究证实不同性别比例的西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 对竞争物种豆大蓟马 *Megalurothrips usitatus* 产生不同程度的生殖干扰,在同种蓟马相同数量的雌、雄成虫干扰下,接入雌成虫对竞争对手产卵量造成的影响比雄成虫更为显著,而且在两性生殖和孤雌生殖方式下,豆大蓟马在西花蓟马与豆大蓟马的生殖竞争中占据优势地位。此外,王思芳等(2017)报道了随着母代中雄虫的增加,甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 雌虫产卵期缩短,卵孵化率提高,但后代

的性比升高,表明节肢动物的后代有一定的自我调节能力。本研究仅对二斑叶螨成螨不同性别配比下雌螨的生殖力进行了研究,未对雌雄共存情况下雄螨的行为动态进行观察,未分析在固定时间内二斑叶螨的交配频率、交配时长和互相干扰的次数。而且,通过控制雌螨密度或雄螨密度能否有效降低种群数量,是否通过释放性信息素对两性配对产生影响还需要进一步的研究。

参考文献 (References)

- Amoah B, Anderson J, Erram D, Gomez J, Harris A, Kivett J, Ruang-Rit K, Wang Y, Murray L, Nechols J, 2016. Plant spatial distribution and predator-prey ratio affect biological control of the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Biocontrol Science and Technology*, 26(4): 548–561.
- Akimasa M, Shaef UM, Reo S, Tetsuo G, 2021. Effects of male and female age on mating success in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology*, 26(7): 1280–1292.
- Chang Y, 2020. The response and metabolic resistance of *Tetranychus urticae* to sublethal concentrations of bifentazate and B-azolemiteacrylic. Master dissertation. Lanzhou: Gansu Agricultural University. [常芸, 2020. 二斑叶螨对亚致死浓度联苯腈酯和乙唑螨腈的响应及代谢的初步研究. 硕士学位论文. 兰州: 甘肃农业大学.]
- Du S, 2018. Studies on occurrence and control of mites in cucumber and strawberry. Master dissertation. Haerbin: Heilongjiang University. [杜升, 2018. 黄瓜和草莓螨害的发生及防治技术研究. 硕士学位论文. 哈尔滨: 黑龙江大学.]
- Fei SM, He YP, He F, Wang LH, Cai XH, Chen XM, 2011. Researches on the distortion of sex ratio in dioecism population and its controlling hypothesis. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 32(2): 23–37. [费世民, 何亚平, 何飞, 王乐辉, 蔡小虎, 陈秀明, 2011. 雌雄异体生物种群的性比失调及其调控研究现状. 四川林业科技, 32(2): 23–37.]
- Gong S, 2015. Studies on the experimental population ecology and control of *Tetranychus urticae* (Koch) on rose. Master dissertation. Nanchang: Nanchang University. [龚舒, 2015. 月季二斑叶螨实验种群生态特性及防治技术研究. 硕士学位论文. 南昌: 南昌大学.]
- Gong YJ, Lu H, Shi BC, Yao JL, Kang ZJ, 2010. Effect of different sex ratio on propagate of *Plutella xylostella*. *Chinese Bulletin of*

- Entomology*, 47(1): 63–66. [宫亚军, 路虹, 石宝才, 姚金亮, 康总江, 2010. 不同性比对小菜蛾繁殖及田间种群数量的影响. 昆虫知识, 47(1): 63–66.]
- Li DX, Quan PQ, Dong JF, Hu ZJ, Yang HB, Chen HJ, 2017. Reproduction potential of male adults of the hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis* (Acari: Tetranychidae). *Acta Entomologica Sinica*, 60(5): 562–569. [李定旭, 权澎琪, 董钧锋, 胡镇杰, 杨海博, 陈汉杰, 2017. 山楂叶螨雄螨繁殖潜力. 昆虫学报, 60(5): 562–569.]
- Li DX, Tian J, Guo YL, Zhang XN, Yang YL, 2009. Effects of delayed mating on the reproduction of the haw thorn spider mite, *Tetranychus viennensis* Zacher (Acari: Tetranychidae). *Acta Entomologica Sinica*, 52(12): 1312–1318. [李定旭, 田娟, 郭艳兰, 张晓宁, 杨玉玲, 2009. 延迟交配对山楂叶螨繁殖的影响. 昆虫学报, 52(12): 1312–1318.]
- Li WJ, Li XC, Li X, Cui J, Xu W, Zhang JP, Shi SS, 2020. Effect of sex ratio on fecundity and life time of *Leguminivora glycinivorella* adults. *Soybean Science*, 39(3): 451–457. [李文敬, 李新畅, 李旋, 崔娟, 徐伟, 张金平, 史树森, 2020. 大豆食心虫成虫性比对寿命和生殖力的影响. 大豆科学, 39(3): 451–457.]
- Marc R, Heard SB, 2015. Sampling procedures and adult sex ratios in spruce budworm. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 154(2): 91–101.
- Meng HS, Wang KY, Jiang XY, Yi MQ, 2001. Occurrence characteristics of *Tetranychus urticae* and its control methods. *Entomological Knowledge*, 38(1): 52–54. [孟和生, 王开运, 姜兴印, 仪美芹, 2001. 二斑叶螨发生危害特点及防治对策. 昆虫知识, 38(1): 52–54.]
- Merlinkamala I, Kennedy SJ, 2018. Seasonal incidence and influence of weather factors on two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch in Jasmine (*Jasminum sambac* L.) ecosystem. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 24(2): 133–138.
- Meteab HR, Kadhim JH, AL-Abedy AN, AL-Musawi BH, 2022. Effect of some biological control fungi on life stages of the two-spot spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on eggplant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1060(1): 012110.
- Niu YH, Hua L, Xiang JY, 2006. Establishment and analysis of life table for experimental population of *Tetranychus urticae* Koch on apple plant. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 34(3): 108–110. [牛永浩, 花蕾, 相建业, 2006. 二斑叶螨实验种群生命表的组建与分析. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 34(3): 108–110.]
- Rhainds M, Heard SB, 2015. Sampling procedures and adult sex ratios in *Spruce budworm*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 154(2): 91–101.
- Rodrigues LR, Figueiredo A, Varela SAM, Olivieri I, Magalhaes S, 2017. Male spider mites use chemical cues, but not the female mating interval, to choose between mates. *Experimental & Applied Acarology*, 71(1): 1–13.
- Schausberger P, Sato Y, 2019. Parental effects of male alternative reproductive tactics (ARTs) on ARTs of haploid sons. *Functional Ecology*, 33(9): 1684–1694.
- Stuart A, West AS, David M, Shuker MD, Ben C, Sheldon CB, 2005. Sex-ratio adjustment when relatives interact: A test of constraints on adaptation. *Evolution*, 59(6): 1211–1228.
- Sun JT, Cui JR, Zhou JY, Hu QQ, Zhu YX, Hong XY, 2022. Research progress on the molecular genetic mechanism underpinning the adaptation of spider mites to their host plants. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 45(5): 938–947. [孙荆涛, 崔佳蓉, 周佳怡, 胡琪琪, 朱玉溪, 洪晓月, 2022. 叶螨适应寄主的分子遗传机制研究进展. 南京农业大学学报, 45(5): 938–947.]
- Sun XW, Zhang TW, Liu CZ, 2018. Effects of pairing time on the population reproduction of *Tetranychus urticae*. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 53(2): 69–73. [孙玺文, 张廷伟, 刘长仲, 2018. 配对时间对二斑叶螨种群繁殖的影响. 甘肃农业大学学报, 53(2): 69–73.]
- Wang CQ, 2021. Effects of high temperature on biology, detoxification enzymes and resistance of *Tetranychus urticae* (Koch). Master dissertation. Lanzhou: Gansu Agricultural University. [王常清, 2021. 高温胁迫对二斑叶螨生物学特性、解毒酶及耐药性的影响. 硕士学位论文. 兰州: 甘肃农业大学.]
- Wang X, Fu X, Sai XQ, Wang JJ, Yu HL, Ye LF, 2021. Sex ratio self-balancing: The mechanism of predatory multicolored lady beetles outbreak. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 60(5): 119–125. [王雪, 付雪, 赛序岐, 王佳佳, 于慧龄, 叶乐夫, 2021. 性比自调节: 捕食性天敌异色瓢虫爆发成因. 中山大学学报(自然科学版), 60(5): 119–125.]
- Wang SF, Zhou Q, Zhang X, Wan FH, Zhang B, 2017. Effect of maternal sex ratio on the reproductive potentials of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 54(3): 440–445. [王思芳, 周倩, 张雪, 万方浩, 张彬, 2017. 母代性比对甜菜夜蛾实验种群繁殖潜力的影响. 应用昆虫学报, 54(3): 440–445.]
- Wannes D, Nicky W, Stephane R, Björn M, John V, Miodrag G, René F, Thomas VL, 2013. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite

- Tetranychus urticae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(2): E113–E122.
- Weerawansa N, Wang Q, He ZX, 2022. Effects of social environments and female life history traits on sex allocation in a spider mite. *Zoosymposia*, 22: 110–110.
- Yu HP, Wu XL, Li CX, Li ZL, Hong HX, Zhang LX, 2022. Delayed mating impacts on the reproductive performance and development of the male testis in *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 59(4): 900–906. [余慧萍, 武晓龙, 李春峡, 李卓丽, 洪黄熙, 张李香, 2022. 绿豆象雄虫延迟交配对雌虫繁殖及精巢的影响. *应用昆虫学报*, 59(4): 900–906.]
- Yu YC, Zhi JR, Huang WQ, Li DY, 2020. Effects of the number and sex of *Frankliniella occidentalis* and *Megalurothrips usitatus* adults on their fecundity. *Journal of Plant Protection*, 47(3): 508–516. [禹云超, 郅军锐, 黄万庆, 李定银, 2020. 西花蓟马与豆大蓟马成虫数量和性别对彼此产卵量的影响. *植物保护学报*, 47(3): 508–516.]
- Zhang TW, Sun XW, Liu CZ, Shen HM, 2016. Effects of different clover species on the development and fecundity of *Tetranychus urticae* Koch. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 53(1): 64–70. [张廷伟, 孙玺文, 刘长仲, 沈慧敏, 2016. 不同三叶草对二斑叶螨生长发育和繁殖的影响. *应用昆虫学报*, 53(1): 64–70.]
- Zhou YS, Pu CS, Meng W, Yang SX, 2003. Influence of temperature on development and population dynamics of *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 34(2): 99–102. [周玉书, 朴春树, 孟威, 杨思咸, 2003. 温度对二斑叶螨生长发育及种群动态参数的影响. *沈阳农业大学学报*, 34(2): 99–102.]

封面介绍

蒙古斑芫菁 *Mylabris mongolica* (Dokhtouroff, 1887)

体黑色, 具蓝绿色金属光泽, 黑色长竖毛稀疏。腹部被毛黑色。额中央略凹且具 1 个暗红色圆斑。触角 6 节, 光亮。前胸背板 1 条中央纵脊明显, 隆突明显。鞘翅基部和端部橙红色, 中部黄色; 每个鞘翅具 4 列黑色斑纹, 近基部为 2 斑, 有时两斑相连呈波浪状横带; 中部为 1 条波浪状横带, 两侧延伸至翅侧缘, 中央向前突起, 有时裂为 2 斑; 近端部为 2 圆斑, 大小略相等; 翅端部黑边较窄, 有时两侧沿翅侧缘向前延伸与近端部圆斑相连。足内爪片无锯齿。

本期封面照片是在第三次新疆综合科学考察过程中, 于 2023 年 6 月 6 日拍摄于新疆阿勒泰地区林业科学研究所研学基地。科考中发现, 该物种成虫正取食马蔺 *Iris lactea* 和黄花鸢尾 *Iris wilsonii* 的花瓣。

感谢潘昭博士帮忙鉴定物种, 感谢第三次新疆综合科学考察“阿尔泰山跨境保护地生物多样性考察”(2022xjkk0801)项目资助。

(中国科学院动物研究所 姜春燕)