

椰心叶甲天敌垫跗螋的生物学研究^{*}

吕宝乾^{1, 2} 朱文静^{2, 3} 金启安² 温海波² 彭正强^{2**} 杜予州^{1**}

(1. 扬州大学园艺与植物保护学院 扬州 225009; 2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所
农业部热带作物有害生物综合治理重点实验室 儋州 571737; 3. 海南大学环境与植物保护学院 海口 570228)

摘 要 垫跗螋 *Chelisoches morio* (Fabricius) 是入侵害虫椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) 的一种本地天敌。为了了解垫跗螋的生物学习性和控害潜能, 本文对垫跗螋的形态特征、生长发育、重要生物学习性以及其对椰心叶甲的捕食选择性和捕食量进行了观察研究。垫跗螋雌成虫将产的卵堆积在一起, 抱孵在体下, 且不时用口器翻动重排卵, 受到惊扰时会吃掉卵, 甚至初孵的若虫。在室温条件下 (20 ± 2) °C, 以椰心叶甲 2 龄幼虫为食料, 垫跗螋从卵至成虫的平均发育历期为 (107.9 ± 15.2) d; 平均每头雌虫产卵量为 (138.7 ± 59.5) 粒; 垫跗螋成虫对椰心叶甲 2 龄幼虫的日平均捕食量为 (6.7 ± 1.1) 头。寄主龄期选择性实验表明, 垫跗螋成虫和 4 龄若虫喜欢取食椰心叶甲的 2 龄幼虫; 3 龄和 2 龄若虫喜欢取食椰心叶甲的 1 龄幼虫。

关键词 垫跗螋, 椰心叶甲, 交配, 抚育, 取食

Biology of *Chelisoches morio* as an enemy of *Brontispa longissima*

LV Bao-Qian^{1, 2} ZHU Wen-Jing^{2, 3} JIN Qi-An² WEN Hai-Bo²
PENG Zheng-Qiang^{2**} DU Yu-Zhou^{1**}

(1. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences; Key Laboratory of Integrated Pest Management on Tropical Crops, Ministry of Agriculture of China, Danzhou 571737, China; 3. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract *Chelisoches morio* (Fabricius) is a native natural enemy of *Brontispa longissima* (Gestro), which is an invasive pest in China. To understand the biology and feeding capacity of *C. morio*, its morphology, development, breeding and feeding were observed and evaluated. The female laid her eggs together, hatching them under its body and replacing eggs with it mouth. If females are disturbed they eat their eggs and nymphs. At (20 ± 2) °C, development from eggs to adults took (107.9 ± 15.2) days and each female laid (138.7 ± 59.5) eggs on average. Adult *C. morio* consumed an average of (6.7 ± 1.1) second instar *B. longissima* every day. Choice tests showed that adult and 4th instar *C. morio* preferred 2nd instar *B. longissima*, while 3rd and 2nd instar *C. morio* preferred 1st instar *B. longissima*.

Key words *Chelisoches morio*, *Brontispa longissima*, mating, breeding, feeding

椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) 隶属鞘翅目 Coleoptera、铁甲科 Hispididae, 是危害棕榈科植物的重要入侵害虫。近 30 年来, 椰心叶甲已扩散蔓延成为东南亚椰子产区的重要害虫。该害虫危害棕榈科植物的新叶部分, 具有繁殖快、破坏性强和防治难度大的特点, 如不进行有效防控, 将会导致植株死亡。2002 年, 椰心叶甲入侵我国海南, 因

缺乏本地有效天敌的制约, 椰心叶甲在海南迅速扩散蔓延造成严重危害 (吕宝乾等, 2005)。

为了控制椰心叶甲灾情, 化学防治作为应急措施被首先考虑, 但因椰心叶甲隐蔽危害, 加之植株高大等不利因素, 单一的化学防治措施很难根治椰心叶甲。目前, 国外已有生物防治椰心叶甲的成功经验, 特别是椰心叶甲啮小蜂 *Tetrastichus*

^{*} 资助项目: 留学人员科技活动择优资助项目 (2011)、国家自然科学基金 (31101496)、公益性行业 (农业) 科研专项子课题 (200903026 - 5)、海南省自然科学基金 (312036)。

^{**} 通讯作者, E-mail: lypzhq@163.com; yzdu@yzu.edu.cn

收稿日期: 2012-08-08, 接受日期: 2012-09-01

brontispae Ferrière 和椰甲截脉姬小蜂 *Asecodes hispinarum* Bouček 的广泛利用 (Waterhouse and Norris, 1987; Rethinam and Singh, 2007)。我国也先后将椰心叶甲啮小蜂和椰甲截脉姬小蜂引进到海南防治椰心叶甲 (吕宝乾等, 2005, 2006), 并取得了较好的防治效果。

据有关报道, 椰心叶甲具有较多的自然天敌, 主要包括寄生蜂、瓢虫、螳螂、蠋螋 (革翅目昆虫的俗称)、蜘蛛、病原真菌等类群 (陈义群等, 2004; 吴青等, 2006)。作者在海南对椰心叶甲天敌调查时发现一种捕食椰心叶甲的重要天敌—蠋螋。经美国自然博物馆 Engel M. S 博士鉴定, 该蠋螋为垫跗螋 *Chelisoches morio* (Fabricius), 隶属革翅目 Demaptera、球螋总科 Forficuloidea、垫跗螋科 Chelsochidae、垫跗螋属 *Chelisoches*。垫跗螋在野外自然种群数量大, 对椰心叶甲具有较好的捕食功能 (李朝绪等, 2011), 是海南椰心叶甲的一种重要本地天敌。通常, 蠋螋喜欢温暖潮湿的环境条件, 产卵后雌性蠋螋常象母鸡抱窝似地孵育其卵, 甚至还护养孵化出的若虫 (王林瑶, 1979)。有研究表明, 蠋螋的某些种类是一些重要害虫的捕食性天敌, 能取食多种鳞翅目、鞘翅目昆虫以及叶蝉、蚜虫、介壳虫等, 例如 Situmorang 和 Gabriel (1988) 报道, 蠋螋 *Libidura riparia* (Pallase) 可捕食玉米螟幼虫, 交尾前的雌性蠋螋能取食 516 头玉米螟幼虫, 是玉米螟的一种重要捕食性天敌; 曾玲等 (2004) 报道, 毛蠋螋对蔗扁蛾幼虫具有捕食作用; 此外, Chomphuckieo 等 (2004) 也曾作过泰国利用蠋螋控制椰心叶甲的相关报道。而有关垫跗螋的生物学习性研究至今未见报道。为了充分保护利用本地自然天敌控制椰心叶甲的危害, 作者对垫跗螋的鉴别特征进行了描述, 并对其交配、产卵、抚育若虫习性和对椰心叶甲的捕食习性进行了研究, 以期为该天敌的保护利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

供试的垫跗螋成虫采自海南省文昌市。垫跗螋行为活跃, 喜欢阴暗潮湿的环境, 多生活在椰心叶甲危害的椰子心叶基部, 因此室内饲养是在暗室中进行。将采集的垫跗螋置于暗室内, 以椰心叶甲为寄主进行续代饲养, 然后选择形态大小、生理状况一致的试虫进行相关实验。

1.2 形态特征观察

使用体视显微镜 (Zeiss Lumar V12) 观察记录垫跗螋各虫态的形态特征并进行拍照; 将雄性成虫外生殖器制成玻片标本, 在生物显微镜 (Leica DMLB) 下观察其形态特征并拍照; 然后参照有关文献资料对其特征进行描述。

1.3 垫跗螋的发育及习性观察

实验观察在 $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, RH 70% $\pm$ 10% 的室温条件下进行。在玻璃指形管 (3 cm $\times$ 8 cm) 中放入 20 头椰心叶甲 2 龄幼虫, 引入刚羽化的一对垫跗螋成虫, 同时在指形管中还放入 1 片折叠的椰子叶片 (2 cm $\times$ 6 cm), 供椰心叶甲取食, 也为垫跗螋提供隐蔽场所, 指型管用尼龙纱布封口, 以下实验方法相同。实验重复 20 次, 记录垫跗螋产卵量及各阶段的发育历期, 成虫的交配、产卵、孵育等习性。

1.4 垫跗螋对椰心叶甲各虫态的取食选择性

取各龄垫跗螋 1 头置于指形管 (3 cm $\times$ 8 cm) 中, 每支指形管放入椰心叶甲各龄幼虫 (1 ~ 5 龄)、蛹和成虫各 10 头, 24 h 后观察记录各龄垫跗螋对椰心叶甲各虫态的取食量。试验重复 20 次。

1.5 垫跗螋的捕食量

挑取初蜕皮的垫跗螋各龄若虫和成虫, 单头置于指形管 (3 cm $\times$ 8 cm) 中; 每支指型管放入椰心叶甲 2 龄幼虫 20 头供垫跗螋取食, 观察垫跗螋各龄若虫和成虫的捕食量; 实验重复 20 次。

1.6 数据统计与分析

实验数据用 mean $\pm$ SE 表示, 采用 GenStat v10 统计软件进行方差分析。有关实验数据分析与处理用 Genstate 统计软件进行。

2 结果与分析

2.1 形态特征 (图 1 : A ~ G)

卵: 椭圆形, 长约 1.2 mm, 宽约 0.9 mm, 初产出时浅黄色, 孵化前变为半透明黄白色, 可见 2 个小斑点, 为复眼。在体视解剖镜下可以观察到卵粒表面有透明的粘稠状物。

若虫: 初孵化的若虫为乳白色, 随着生长体色加深。

雄虫: 体形狭长, 体长约 19.3 mm (带尾铗); 体黑色或暗褐色, 稍具光泽。头部与前胸背板几

等宽;触角 17~21 节,第 4 节和第 5 节均短于第 3 节。前胸背板长大于宽,基部稍宽于头部,前缘横直,两侧向后稍扩宽,后缘圆弧形,背面前部稍圆隆,中央有 1 纵向沟,两侧各有 1 小坑,后部平,散布刻点和皱纹;足的第 2 跗节腹面具 1 长于本节的狭长叶突,常延伸至第 3 节的中后部,仅从第 3 节基部或两侧可见。腹部可见腹节 9 节,腹末背板宽大于长,两侧平行,后缘圆弧形,密布粗糙刻点和皱纹;臀板小,后外角近直角形;雄性外生殖器具单个阳茎叶,阳茎基侧突细长、弧形、顶端尖,基囊较短;尾铗较长,基部内缘常扩宽,内缘具明显的多对齿突。

雌虫:形态与雄性相似,但其体长约 18.5 mm (带尾铗);足的第 2 跗节腹面具狭长叶突,常延伸至第 3 节的中后部,仅从两侧可见;腹部可见腹节 7 节,腹末背板后部较窄,尾铗较细长,内缘较直,无齿或具不明显的小锯齿形。

2.2 垫跗螋的发育历期及习性

2.2.1 发育历期 在(20±2)℃,RH 70%±10%条件下,以椰心叶甲 2 龄幼虫为食料,垫跗螋卵期为(8.4±1.5) d,1~4 龄若虫的平均发育历期分别为(23.1±2.8 d)、(16.0±5.6 d)、(25.9±3.1) d、(35.5±7.6) d;雄虫平均寿命为(68.6±8.9) d,

雌虫平均寿命为(84.8±12.8) d。垫跗螋从卵至成虫的平均发育历期为(107.9±15.2) d。

2.2.2 交配及产卵 垫跗螋成虫在(19.7±2.9) d 后开始交配,雄虫有竞争交配习性,雌虫可多次接受交配,交配时腹部腹面相接(图 2:A)。若不受干扰,交配时间可达 2 h。交配后 3~5 日可以产卵,卵聚集产于叶片表面。雌成虫可多次产卵,平均为(3.9±1.5)次,每次平均产卵量为(36.9±6.5)粒,每雌总产卵量平均为(138.7±59.5)粒,单头雌虫最大产卵量可达 243 粒。

2.2.3 护卵习性 雌虫具有护卵习性。雌成虫将产出的多粒卵堆在一起,抱覆在体下,且不时用口器翻动将卵重新排列(图 2:B)。在受到惊扰时,雌成虫会将卵移动到隐蔽场所,甚至把卵吃掉。若将雌成虫与卵分离,卵腐烂发臭而不能孵化。

2.2.4 抚幼习性 随着卵的发育,可见卵的中心部位呈灰色,边缘半透明,卵的个体膨胀。经过 8~10 d,开始孵化,孵化时若虫将卵壳咬个小孔,然后爬出。若虫孵化后即栖息在雌虫身边,雌虫用口器清理若虫身体,并将卵壳吃掉。初孵若虫虽有活动能力,但需雌成虫的照料饲育。成虫找到食物后即用品器嚼碎(图 2:C),饲育若虫。在若

表 1 垫跗螋对椰心叶甲不同虫态的取食选择性
Table 1 Feeding preferences of *Chelisoches morio* to different stages of *Brontispa longissima*

垫跗螋虫态 Stage of <i>Chelisoches morio</i>	平均每头垫跗螋每日取食椰心叶甲的虫量(头) Predation of <i>Chelisoches morio</i> to <i>Brontispa longissima</i> per day					
	1 龄 1 st instar	2 龄 2 nd instar	3 龄 3 rd instar	4 龄 4 th instar	蛹 Pupae	成虫 Adult
垫跗螋雌成虫 Female adult of <i>Chelisoches morio</i>	2.0±0.4a	1.7±0.3a	1.9±0.2a	0.2±0.1b	0.4±0.2b	0b
垫跗螋雄成虫 Male adult of <i>Chelisoches morio</i>	1.0±0.2b	3.5±0.3a	1.5±0.3b	0.3±0.1c	0.3±0.1c	0c
垫跗螋 4 龄若虫 4 th nymph of <i>Chelisoches morio</i>	3.0±0.3a	2.8±0.3a	1.7±0.2b	0.1±0.07c	0.05±0.04c	0c
垫跗螋 3 龄若虫 3 rd nymph of <i>Chelisoches morio</i>	2.6±0.3a	1.5±0.2b	0c	0c	0c	0c
垫跗螋 2 龄若虫 2 nd nymph of <i>Chelisoches morio</i>	2.0±0.3a	0.4±0.2b	0.3±0.2b	0b	0b	0b

注:表中数据为平均数±标准误。同列数据后标有不同小写字母表示经 Fisher 最小显著差数法检验(LSD)在 0.05 水平上差异显著。
The data in the table are mean±SE, and followed by different lowercase letters in the same column indicate significantly different at 0.05 level using LSD.

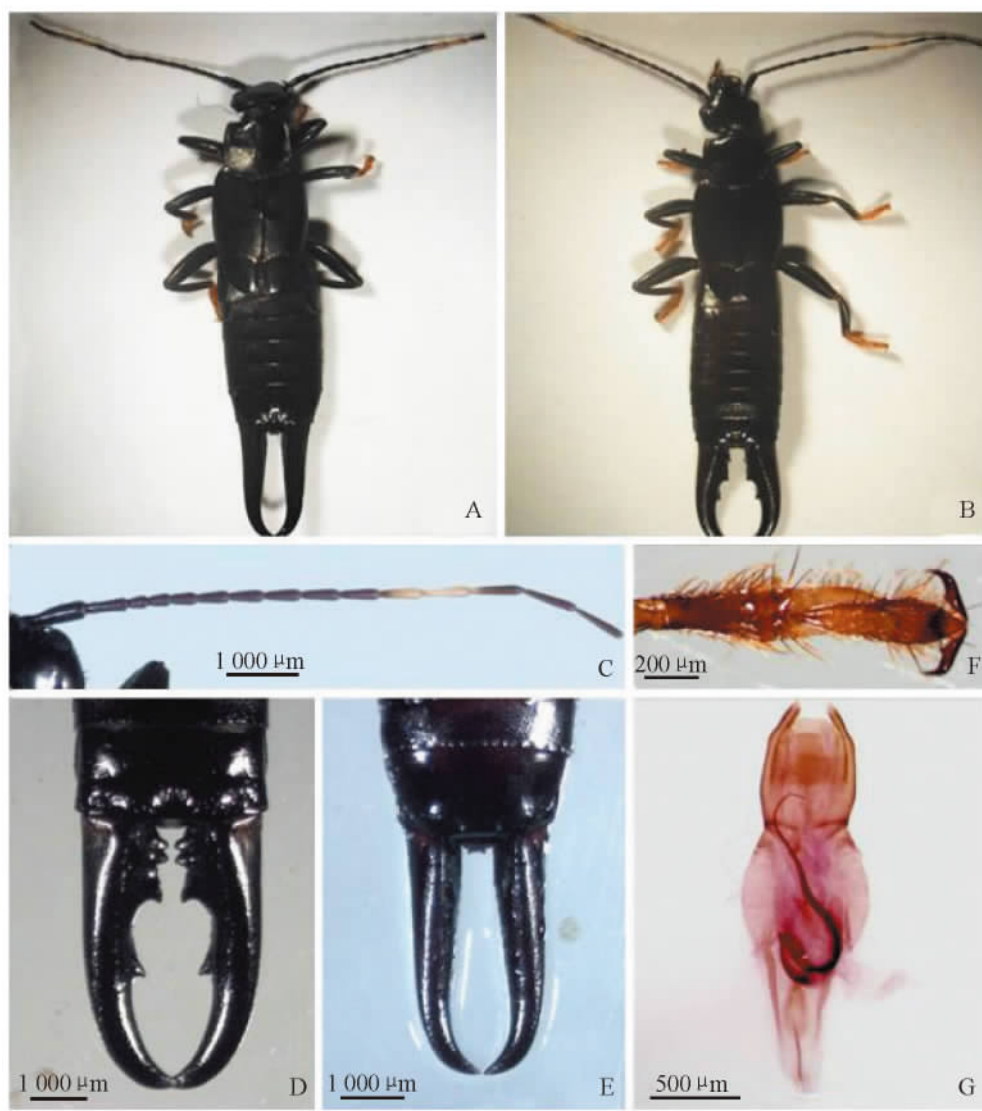


图 1 垫跗螋成虫形态特图

Fig. 1 The morphological characters of adult *Chelisoches morio*

A. 雌性成虫; B. 雄性成虫; C. 触角; D. 雄性成虫尾铗; E. 雌性成虫尾铗; F. 跗节; G. 雄性外生殖器。
A. female adult; B. male adult; C. antenna; D. the forceps of male; E. the forceps of female; F. tarsus; G. male genitalia.



图 2 垫跗螋的行为

Fig. 2 Behaviour of adult *Chelisoches morio*

A. 交配 mating; B. 抚育 hatching; C. 取食 feeding.

虫 1 龄时,如将幼虫和雌成虫分开,幼虫得不到饲养将死亡;在抚育若虫期间,如受到惊扰,成虫会咬死若虫。若虫 1 龄后可独立取食生活。

2.3 垫跗螋对椰心叶甲各虫态的取食选择性

垫跗螋 1 龄后的若虫均可取食椰心叶甲低龄幼虫。垫跗螋不同虫态对椰心叶甲各龄期的幼虫、蛹和成虫的选择取食量见表 1。取食选择实验表明,各虫态的垫跗螋都不取食椰心叶甲成虫。垫跗螋雌成虫喜欢取食椰心叶甲 1~3 龄幼虫,可少量取食椰心叶甲的 4 龄幼虫和蛹;垫跗螋雄成虫显著喜欢取食椰心叶甲 2 龄幼虫,其次是 1 龄和 3 龄幼虫,也可取食少量的 4 龄幼虫和蛹;垫跗螋 4 龄若虫喜欢取食椰心叶甲 1 龄和 2 龄幼虫,其次是 3 龄幼虫,可取食少量的 4 龄幼虫和蛹;垫跗螋 3 龄和 4 龄若虫均喜欢取食椰心叶甲 1 龄幼虫,其次是 2 龄幼虫,3 龄以上椰心叶甲基本不取食。

2.4 垫跗螋的日捕食量

垫跗螋各龄若虫以及成虫对椰心叶甲 2 龄幼虫的平均日取食量分别为 (0.8 ± 0.4) 头、 (1.8 ± 0.6) 头、 (3.2 ± 0.7) 头和 (6.7 ± 1.1) 头。实验结果表明,垫跗螋幼虫随着龄期的增大,捕食量增大,其中成虫的日捕食量显著高于其它龄期的日捕食量(图 3)。

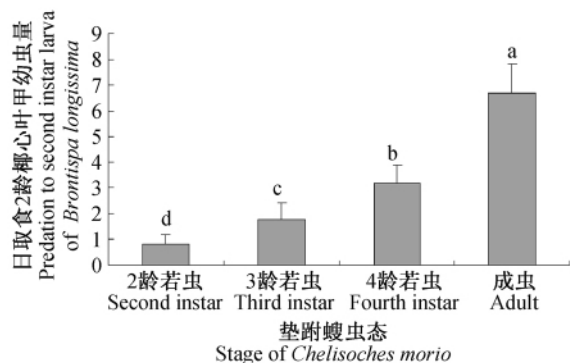


图 3 垫跗螋各虫态日取食 2 龄椰心叶甲幼虫的数量

Fig. 3 Feeding capacity of *Chelisoches morio* to 2nd instar *Brontispa longissima*

3 小结与讨论

蠼螋的特殊育幼习性,在昆虫中具有明显的代表性,而对昆虫育幼习性的详细研究尚不多见。本文研究观察表明,垫跗螋雌成虫在其卵孵化和初孵若虫的成长过程中起着重要作用。王林瑶

(1979)认为,蠼螋雌虫起着保持温度使卵正常孵化的作用。但我们认为,蠼螋雌成虫在其卵孵化过程中不仅保持卵的温度,而且在卵孵化过程中雌成虫经常用口器衔卵进行翻动,有利于卵受热一致,便于孵化。此外,雌成虫受到惊扰会吃掉正在孵化的卵甚至初孵的若虫,所以在繁育垫跗螋过程中尽量不要惊扰它们。

垫跗螋喜欢阴暗潮湿的环境,行为活跃,世代周期长,而且雌成虫寿命可达 80 多天。此外,雌虫产卵量大,可多次产卵,每次产卵可达 40 粒,单雌平均产卵量达 139 粒,这与 Chomphukhieo 等 (2004) 的报道基本一致。选择实验表明,垫跗螋取食椰心叶甲的蛹和各龄幼虫,不取食椰心叶甲成虫。但李朝绪等 (2011) 的强迫实验表明,饥饿的垫跗螋也可取食椰心叶甲成虫。室内研究结果表明,垫跗螋 4 龄若虫和成虫喜欢取食椰心叶甲 2 龄幼虫,3 龄和 2 龄若虫喜欢取食椰心叶甲 1 龄幼虫,而且成虫每日可取食 6.9 头椰心叶甲 2 龄幼虫,但垫跗螋在自然界对椰心叶甲不同虫态的实际捕食情况还有待进一步研究。

作为本地天敌,垫跗螋控制外来入侵害虫椰心叶甲具有如下优点:(1)本地天敌能很好的适应本地生态环境,引进天敌可能存在对引入地区生态适应问题;(2)垫跗螋喜欢阴暗潮湿的环境,该生境与椰心叶甲的生活环境一致;(3)垫跗螋活动能力强,有利其进行寄主搜索;(4)垫跗螋取食量大,显示出良好的控制椰心叶甲的潜能。垫跗螋的生物学特点显示其具有保护利用的价值。但是作为捕食性天敌昆虫,其缺点是食性不专一。捕食性昆虫食性广是缺点也是优点。食性广的捕食性天敌较专性寄生蜂在野外更容易获得寄主而建立种群。将来对垫跗螋的研究,除了完善室内大量繁殖技术外,还应评价该虫在野外对椰心叶甲的控制效果。

参考文献 (References)

- Chomphukhieo N, Suksen K, Uaricshuen S, 2004. Biology and feeding capacity of *Chelisoches morio* (Fabricius) (Dermaptera: Chelisochidae) against *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Hispididae). Proceedings of the 46th Kasetsart University Annual Conference. 149—154.
- Rethinam P, Singh SP, 2007. Current status of the coconut beetle outbreaks in the Asia-Pacific Region // Appanah S, Sim HCS, Sankaran KV (eds.). Developing an Asia-

- Pacific Strategy for Forest Invasive Species: the Coconut Beetle Problem—Bridging Agriculture and Forestry. 1—23. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 2007, RAP Publication, Bangkok, Thailand.
- Situmorang J, Gabriel BP, 1988. Biology of *Labidura riparia* (Pallas) and its predatory capacity on the Asian corn borer. *Philippine Entomologist*, 7(3):195—214.
- Waterhouse DF, Norris KR, 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Melbourne: Inkata Press. 134—141.
- 曾玲, 张志红, 陆永跃, 张维球, 2004. 毛蠋蝽对蔗扁蛾幼虫的捕食作用. 华中农业大学学报, 23(2):218—221.
- 陈义群, 黄宏群, 林明光, 王书秘, 彭正强, 吕宝乾, 2004. 椰心叶甲在国外的发生及防治. 植物检疫, 18(4):250—253.
- 李朝绪, 黄山春, 马子龙, 覃伟权, 余凤玉, 张振华, 2011. 垫跗蝽成虫对椰心叶甲的捕食功能反应. 果树学报, 28(2):353—357.
- 吕宝乾, 陈义群, 包炎, 2005. 引进天敌椰甲截脉姬小蜂防治椰心叶甲的可行性探讨. 昆虫知识, 42(3):254—258.
- 吕宝乾, 彭正强, 唐超, 温海波, 金启安, 符悦冠, 杜予州, 2005. 椰心叶甲寄生蜂—椰甲截脉姬小蜂的生物学特性. 昆虫学报, 48(6):943—948.
- 吕宝乾, 彭正强, 许春霭, 唐超, 符悦冠, 杜予州, 万方浩, 2006. 椰心叶甲蛹寄生蜂—椰心叶甲啮小蜂的生物学特性. 昆虫学报, 49(4):643—649.
- 王林瑶, 1979. 有育儿习性的大蠋蝽生活习性研究. 昆虫知识, 16(5):211—215.
- 吴青, 梁广文, 曾玲, 陆永跃, 2006. 深圳地区椰心叶甲寄主和天敌种类调查. 昆虫知识, 43(4):530—534.