

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2009.03.010

孟氏隐唇瓢虫研究现状及其种质资源描述规范的建立

蒋瑞鑫¹, 李 姝¹, 郭泽平², 庞 虹^{1*}

(1. 中山大学昆虫学研究所, 广州 510275; 2. 广州市白云山管理局, 广州 510400)

摘要: 孟氏隐唇瓢虫 *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant 原产于澳大利亚, 是粉蚧的重要捕食性天敌, 作为生物防治重要的天敌资源被广泛引进世界各地。本文介绍了国内外近几十年来对孟氏隐唇瓢虫在生活史、行为、抗药性以及生物防治等方面的研究概况, 并提出建立孟氏隐唇瓢虫种质资源描述规范的必要性, 为充分发挥其控害潜能提供理论依据。

关键词: 孟氏隐唇瓢虫; 生物防治; 描述规范

中图分类号: Q968

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858(2009)03-0238-10

Research status of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant and establishing its description criteria

JIANGRui-Xing¹, LIShu¹, GUOZe-Ping², PANGHong^{1*} (1. Institute of Entomology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 2. Guangzhou Baiyunshan Administration Bureau, Guangzhou 510400, China)

Abstract: *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), native to Australia, had been introduced to many countries as an important biological control agent on mealybugs. In this paper, research progress on its life history, behavior, resistance and biological control in the past decades were summarized. In order to use this natural enemy effectively, the description criterion of it was necessary.

Key words: *Cryptolaemus montrouzieri*; biological control; criterion

孟氏隐唇瓢虫 *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant 原产于澳大利亚, 属鞘翅目 Coleoptera, 瓢虫科 Coccinellidae, 小毛瓢虫亚科 Scymninae, 小毛瓢虫族 Scymnini, 隐唇瓢虫属 *Cryptolaemus*, 是粉蚧重要的捕食性天敌。在 1888 ~ 1891 年间首次由 Albert Koebel 引进美国加利福尼亚州防治柑橘上的介壳虫 (李丽英, 1993)。之后, 由于它作为捕食性天敌在生物防治上具有很多优良的特性, 被广泛引种到世界各地进行饲养繁殖。我国于 1955 年由蒲蛰龙先生从苏联引入我国 (蒲蛰龙和何等平, 1961), 先后在广东、福建等地进行散放 (黄邦侃, 1963)。1955 ~ 1964 年在原华南农学院和中南昆虫研究所进行繁殖和散放试验, 防治对象包括柑桔粉蚧 *Planococcus citri* (Risso)、可可粉蚧 *Pseudococcus* sp.、大红花

粉蚧 *Pseudococcus* sp. 等, 但未见定殖。1978 年 5 ~ 6 月在石栗树 *Aleurites moluccana* L. 上发现大量孟氏隐唇瓢虫幼虫, 6 月下旬开始发现成虫。1979 年 5 月在广州、佛山被石栗粉蚧为害的植株上, 或以孟氏隐唇瓢虫为主, 或以弯叶毛瓢虫 *Nephus* spp. 为主, 两者共同起着控制石栗粉蚧发生数量的作用, 至 7 月份以后, 石栗粉蚧的数量明显下降, 植株恢复正常 (庞雄飞和李丽英, 1979)。1993 年起在鹤山等地散放孟氏隐唇瓢虫, 防治从美国传入的湿地松粉蚧 *Q. racella acuta* (Lobdell) 取得良好效果, 成为防治湿地松粉蚧的有效途径 (汤才等, 1995) (图 4)。

孟氏隐唇瓢虫在世界范围内的分布, 主要包括我国的广东、福建、台湾, 以及印度尼西亚、菲律宾、

基金项目: 国家科技基础条件平台建设项目 (2005DKA21105); 国家科技部支撑计划项目 (2008BADA5B02)

作者简介: 蒋瑞鑫, 男, 1985 年生, 硕士研究生, 研究方向为农业昆虫与害虫防治

*通讯作者 Author for correspondence, E-mail: Lssh pang@mail.sysu.edu.cn

收稿日期 Received: 2009-02-17; 接受日期 Accepted: 2009-04-20

前苏联、法国、意大利、新西兰、非洲、美国、西印度群岛、密克罗尼西亚、澳大利亚、泰国、印度、肯尼亚、西班牙、埃及、瑞典、挪威等亚热带和热带地区 (Ehnstrom and Lundberg, 1997; 曾涛和庞虹, 2000; Hansen and Sagvolden, 2007)。随着农药残留问题的突出, 生物防治在害虫综合治理中占据日益重要的地位。孟氏隐唇瓢虫作为高效天敌的广泛应用, 使其在形态学, 生态学, 行为学和抗性以及人工饲料等方面的研究不断深入。

1 孟氏隐唇瓢虫的形态特征

孟氏隐唇瓢虫为全变态类昆虫, 经历 4 个虫态: 卵、幼虫、蛹、成虫。卵椭圆形, 黄白色, 长 0.79 mm, 孵化前呈灰白色。幼虫分 4 龄, 初孵幼虫淡灰白色, 约 1 h 后开始分泌白色绒状蜡质物覆盖体表。各龄期幼虫体长随饲养温度、饲料种类及充裕情况有变, 个体差异大, 而头宽相对较为稳定。室温 24℃, RH = 60 ~ 70% 下, 以柑桔粉蚧饲养的 1、2、3、4 龄幼虫头宽分别为 0.38 mm、0.35 mm、0.57 mm、0.82 mm (李丽英, 1993)。蛹藏于 4 龄幼虫皮内, 成虫羽化后需在在蛹壳内隐伏一些时候出来活动。

成虫羽化时, 鞘翅淡黄色, 然后逐渐加深, 10 ~ 12 h 后全部变成深黑色 (赵世熙等, 2001), 虫体长卵形, 弧形拱起, 体背有灰白色毛。体长 4.3 ~ 4.6 mm, 体宽 3.1 ~ 3.5 mm, 头部除复眼黑色外全为黄色; 前胸背板及其缘折红黄色; 小盾片黑色; 鞘翅黑色而鞘翅末端红黄色, 鞘翅不存在色斑变形现象。腹面胸部黑色, 但前胸腹板黄红至红褐色, 腹部黄褐色, 中后足黑褐色。雄虫前足呈桔黄色, 雌虫为黑色 (Babu and Azam, 1987; 李丽英, 1993), 这是一个稳定的区分雌雄的特征。

2 孟氏隐唇瓢虫的猎物、人工饲料、生活史

2.1 猎物

孟氏隐唇瓢虫是粉蚧的专一捕食者, 但是随着研究的深入, 发现其猎物还包括同翅目 Homoptera 其它科的农林昆虫 (表 1)。赵世熙等 (2001) 研究了孟氏隐唇瓢虫对茶椰圆蚧 2 龄若虫的捕食作用, 发现其功能反应符合 Holling 型, 即捕食量随猎物密度的增加而增加; 并且相同猎物密度下, 在 10 ~ 30 范围内, 孟氏隐唇瓢虫的捕食量随温度的升高而增加。

表 1 孟氏隐唇瓢虫猎物

Table 1 The prey list of *Cryptolaemus montrouzieri*

俗名 Vernacular name	学名 Scientific name	文献 References
柑桔粉蚧	<i>Planococcus citri</i> (Risso)	古德祥等, 2000
大红粉蚧		古德祥等, 2000
甘蔗粉蚧	<i>Saccharicoccus sacchari</i> Cockerell	李丽英, 1993
重阳木粉蚧		古德祥等, 2000
君子兰粉蚧		古德祥等, 2000
石栗粉蚧	<i>Pseudococcus</i> sp.	庞雄飞和李丽英, 1979
湿地松粉蚧	<i>Oncella acuta</i> (Lobdell)	汤才等, 1995
橘栖粉蚧	<i>Pseudococcus calceolariae</i> (Maskell)	曾涛和庞虹, 2000
长尾粉蚧	<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targ.)	曾涛和庞虹, 2000
葡萄粉蚧	<i>Planococcus ficus</i> (Signoret)	曾涛和庞虹, 2000
康氏粉蚧	<i>Pseudococcus comstocki</i> (Kuwana)	曾涛和庞虹, 2000
茶椰圆蚧	<i>Aspidiotus destructor</i> Signoret	赵士熙等, 2001
木槿曼粉蚧	<i>Maconellicoccus hirsutes</i> (Green)	Persad and Khan, 2002
丝粉蚧	<i>Ferrisia virgata</i> (Ckll.)	Attia and El-Amaouty, 2007
苏铁白轮盾蚧	<i>Aulacaspis yasumatsui</i> Takagi	Cave, 2006
咖啡臀纹粉蚧	<i>Planococcus lilacinus</i> (Ckll.)	Mani, 1995a
榕箭蜡蚧	<i>Ceroplastodes chiton</i> (Green)	Mani, 1995b
网纹绵蚧	<i>Chloropulvinaria polygonata</i> (Ckll.)	Mani and Krishnamoorthy, 1998
桔鳞粉蚧	<i>Nipaecoccus viridis</i> (Newstead)	Mani and Krishnamoorthy, 2002

(续上表)

俗名 Vernacular name	学名 Scientific name	文献 References
垫囊绿绵蜡蚧	<i>Chloropulvinaria psidii</i> (Mask.)	Mani and Krishnamoorthy, 2007b
(中国未记录)	<i>Rastrococcus invadens</i> Williams	Mani et al., 2004
咖啡绿蚧	<i>Coccus viridis</i> (Green)	Mani et al., 2008b
可可粉蚧	<i>Pseudococcus</i> sp.	李丽英, 1993
螺旋粉虱	<i>Aleurodicus dispersus</i>	Mani et al., 2006
灰粉虱	<i>Siphoninus phyllireae</i> Haliday	Mani and Krishnamoorthy, 1999a
柑橘木虱	<i>Diaphorina citri</i>	Pluke et al., 2005

2.2 生活史

孟氏隐唇瓢虫的生长发育受多种因素影响,其生物学参数值在不同温度、湿度、光周期等条件下,差异较大(表2),该瓢虫各虫态都有着相应的发育起点温度和有效积温(表3),并且其发育历期、生殖力、成虫寿命和温度密切相关(Jalali et al., 1999)。在我国广州及福州室内外饲养,一年可以完成6代,世代历期最短为26.5 d(29.8, RH=77.6%),最长为100 d(16.8, RH=59.1%);我国孟氏隐唇瓢虫生长的最适温湿度为24~27, RH=60~80%(李丽英, 1993)。在印度,由于孟氏隐唇瓢虫已经适应当地的高温气候,在30.9下,其发育最快,仅为19.1 d;各虫态的平均历期分别为卵1.8 d、1龄幼虫2.5 d、2龄幼虫2.4 d、3龄

幼虫4.5 d、4龄幼虫4.4 d、蛹3.5 d。在30时,雌虫的产卵量也相对较高,每头雌虫平均可产302.9粒卵,可见印度种群较耐高温(Babu and Azam, 1987)。而在土耳其地区, Ozgokce et al. (2006)在25±1下,以柑桔粉蚧喂养孟氏隐唇瓢虫,观察到它的产卵前期平均为5.1 d,产卵期109.3 d,总产卵量为805.3粒,平均每日产7粒卵。相同的食料和相近的温度(26±0.5)下,陈先锋等(2000)观察到的产卵前期7.4 d,产卵期为64 d,总产卵量仅为212.1粒,且在20~32内,成虫的平均产卵前期、产卵期、产卵量会随着温度的升高逐渐减少。综合来看,温度是决定孟氏隐唇瓢虫发育和生殖的主要因子,但是由于各地区的气候差异,孟氏隐唇瓢虫的适应性使其在生殖能力上表现出一定的地区种群差异。

表2 不同条件下饲养的孟氏隐唇瓢虫生物学参数值

Table 2 The life parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* reared under different conditions

文献 References	处理 Treatment	寄主 Host	温度 Temperature	湿度 Humidity	光周期 Photoperiod	净生殖力 R_0	内禀增长 率 r_m	周限增长 率	平均世代 T	种群倍增 时间 DT
陈先锋等, 2000	正常 Normal	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	20 ±0.5	80%	12L: 12D	58.86	0.0332	1.0338	122.77	20.88*
陈先锋等, 2000	正常 Normal	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	23 ±0.5	80%	12L: 12D	60.07	0.0438	1.0447	93.58	15.82*
陈先锋等, 2000	正常 Normal	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	26 ±0.5	80%	12L: 12D	61.42	0.0670	1.0693	61.01	10.34*
陈先锋等, 2000	正常 Normal	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	29 ±0.5	80%	12L: 12D	26.01	0.0613	1.0633	53.13	11.31*
陈先锋等, 2000	正常 Normal	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	32 ±0.5	80%	12L: 12D	15.58	0.0602	1.0621	45.59	11.51*
Persad, 2002	正常 Normal	木槿曼粉蚧 <i>Macronellacoccus hirsutes</i>	27 ±3	58 ±3%	12L: 12D	227.18	0.1352	1.14	40.13	5.13
Ozgokce, 2006	正常 Normal	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	25 ±1	45 ±5%	16L: 8D	340.703	0.098	1.101	59.350	7.2
Ozgokce, 2006	15 冷存成虫 5 天 Adult, 5 days at 15	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	25 ±1	45 ±5%	16L: 8D	276.629	0.092	1.092	60.851	7.9
Ozgokce, 2006	15 冷存成虫 10 天 Adult, 5 days at 15	柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	25 ±1	45 ±5%	16L: 8D	149.930	0.074	1.074	67.726	9.3

(续上表)

文献 References	处理 Treatment	寄主 Host	温度 Temperature	湿度 Humidity	光周期 Photoperiod	净生殖力 R_o	内禀增长 率 r_m	周限增长 率	平均世代 T	种群倍增 时间 DT
Ozgoke, 2006	15 冷存成虫 天 Adult, 5 days at 15	15 柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	25 ±1	45 ±5%	16L:8D	119.321	0.058	1.059	83.189	12.1
Ozgoke, 2006	15 冷存成虫 天 Adult, 5 days at 15	20 柑桔粉蚧 <i>Planococcus citri</i>	25 ±1	45 ±5%	16L:8D	65.928	0.045	1.046	94.173	15.3

R_o , Net reproductive rate; r_m , Intrinsic rate of increase; , Finite rate of increase; T , Mean generation time; DT, Doubling time

带“*”的数据是作者根据公式 $DT = \ln 2 / r_m$ 补充计算而得。The data with “*” were calculated by author basing on the formula ($DT = \ln 2 / r_m$).

表 3 孟氏隐唇瓢虫各虫态及世代发育起点温度和有效积温

Table 3 The threshold of development and effective accumulated temperature of the stages and generation of *Cryptolaemus montrouzieri*

虫态* Stage	发育起点温度(°)* Threshold temperature	有效积温(°)* Effective accumulated temperature	发育历期与温度的回归方程** Regression equation	相关性系数** Correlation coefficient
卵 Egg	9.9	84.7	$Y = 24.88 - 0.77X$	0.95
1龄 1 st instar	11.9	37.4	$Y = 18.52 - 0.55X$	0.91
2龄 2 nd instar	11.0	36.7	$Y = 18.54 - 0.53X$	0.96
3龄 3 rd instar	11.2	36.9	$Y = 24.65 - 0.69X$	0.86
4龄 4 th instar	8.2	86.6	$Y = 34.83 - 0.99X$	0.95
蛹 Pupa	10.3	163.3	$Y = 30.99 - 0.88X$	0.86
世代 Generation	10.1	452.3	$Y = 152.34 - 4.40X$	0.94

*: 数据来源于(陈先锋等, 2000); **: 数据来源于(Babu TR Azam KM, 1987); Y表示发育历期(天), X表示温度(°)。

** from 陈先锋等(2000); *** from Babu TR and Azam KM (1987). Y represents development (day) and X represents temperature (°).

2.3 人工饲料

室内一般用南瓜或马铃薯繁殖粉蚧饲养孟氏隐唇瓢虫(图2,图3)。但由于孟氏隐唇瓢虫的猎物培养比较繁琐,且成本相对较高,不易于大量饲养繁殖孟氏隐唇瓢虫,所以国内外学者对其人工饲料进行了很多研究。孟氏隐唇瓢虫取食用蜜糖6g,蔗糖16g,王浆4g,酵母粉0.5g,鲜粉蚧2g,琼脂2g,蒸馏水100g配制而成的饲料和用蜜糖6g,蔗糖16g,王浆8g,酵母粉0.5g,炼奶11g,鲜粉蚧2g,琼脂2g,蒸馏水100g配制而成的饲料均能完成发育,但是发育历期延长,生殖力也大大降低(李丽英,1993)。庞虹等(1996)用白糖10g,蜜糖2.4g,蜂皇浆1.6g,赤眼蜂人工培养液4g,琼脂

2g,水100mL配制的饲料喂养孟氏隐唇瓢虫成虫,也只是能延长其寿命,而且需要重新喂以粉蚧后才能恢复产卵能力。本实验室利用以家蝇冻干粉为主要原料配制的人工饲料喂饲孟氏隐唇瓢虫成虫,也起到延长寿命和保种的效果(图4)。而由Venkatesan等(2001)运用多种材料配制成的完全不含昆虫成分的干冻人工饲料饲养的孟氏隐唇瓢虫,虽然与取食木槿曼粉蚧的相比,在发育历期,成虫体重,雌虫羽化,卵的存活率方面没有显著差异,但是产卵前期延长,而且产卵量远远低于取食粉蚧的个体。由此可见,目前的人工饲料还不能满足其生长发育的需要,该瓢虫的生殖力仍旧要依赖于取食粉蚧或别的昆虫成分。



图1 取食粉蚧的孟氏隐唇瓢虫成虫和幼虫

Fig. 1 *Cryptolaemus montrouzieri* feeding on mealybugs

图2 用南瓜饲养粉蚧大量繁殖孟氏隐唇瓢虫

Fig. 2 Mealybugs on pumpkin



图3 取食人工饲料的孟氏隐唇瓢虫成虫

Fig. 3 *Cryptolaemus montrouzieri* feeding on artificial diet

图4 林间取食湿地松粉蚧的孟氏隐唇瓢虫

Fig. 4 *Cryptolaemus montrouzieri* larvae feeding on *Oracella acuta*

3 孟氏隐唇瓢虫的行为

3.1 搜索与捕食猎物

孟氏隐唇瓢虫作为重要的捕食性天敌,其追踪搜索猎物的能力相当强。影响它搜索行为的因素是多方面的。Heidari和 Copland (1992)研究发现孟氏隐唇瓢虫幼虫和成虫搜索猎物的机制不同:4龄幼虫主要依靠触碰而发现猎物;成虫则是依靠视觉观察和嗅觉感应化学物质刺激来完成猎物追踪,其通过视觉或嗅觉锁定猎物目标的距离在 1.35 cm 左右。而 Sengonca 等人 (1995)的研究补充了孟氏隐唇瓢虫幼虫依靠嗅觉搜索猎物的机制,并且发现随着饥饿程度的增加其嗅觉灵敏度会出现一个峰值,1龄,2龄,3龄,4龄幼虫的嗅觉最高灵敏度分别出现在饥饿 4 h, 8 h, 12 h, 12 h;而成虫在饥饿 20 h后

嗅觉最灵敏。孟氏隐唇瓢虫的嗅觉主要是来感受猎物分泌的利它素,并根据这些利它素追踪猎物,对于其它非目标猎物如黑豆蚜 *Aphis fabae* Scopoli, 桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)以及猎物寄主分泌的利它素反应不强烈,但是猎物生活在寄主上有助于加强它的嗅觉反应 (Kotikal and Sengonca, 1999)。此外,某些经植物源农药喷洒过的猎物和植物叶片,会对孟氏隐唇瓢虫的搜索和捕食行为产生趋避作用 (Simmonds *et al*, 2000)。植物叶片的颜色对孟氏隐唇瓢虫捕食行为没有影响,其攻击效率和搜索策略与植物的叶片面积与猎物数量相关 (Garcia and O Neil, 2000)。

3.2 交配与产卵

孟氏隐唇瓢虫的雄虫生殖器中有 2种特殊的结构:一种是附着于射精管鞘的 1大肌肉块,另一种是围绕在输精管基部的铃形囊状结构。这两种

结构协同合作,为精子转移,混合,授精过程提供动力支持,在产卵期经常多次的交配能保持孟氏隐唇瓢虫的基因多样性(Kaufmann, 1996)。成虫交配一般历时30~50 min,交配后的雌虫2~3 d后开始产卵(赵世熙等, 2001),产卵最多的阶段一般集中在开始产卵后的前2个星期(Babu and Azam, 1987; Persad and Khan, 2002),但是制约产卵的因素有很多,产卵位置的选择就是个关键。研究证明孟氏隐唇瓢虫产卵需要猎物分泌的蜡丝诱导,所以通常把卵产在有猎物蜡丝的地方,当找不到合适的产卵位置,它们就会把卵暂时储存在生殖腔内(Merlin *et al*, 1996b)。此外,产卵行为还会受到自身幼虫所释放的化学物质的阻碍,成虫一般不在幼虫爬行过的足迹或附近产卵(Merlin *et al*, 1996a),可能主要是为了避免种间的自残现象,保证种群的增长,而这种卵的“斑块分布”现象在瓢虫中似乎很普遍(Doumbia *et al*, 1998)。

3.3 防御行为

有关孟氏隐唇瓢虫的天敌报道较少,仅在伊朗查卢斯地区发现一种蜂 *Metastenus concinnus* 能寄生孟氏隐唇瓢虫幼虫(Gharizadeh and Hesami, 2003)。尽管如此,孟氏隐唇瓢虫还是可以利用多种手段各种避开其它天敌的干扰,成虫可以运用假死现象骗过它的捕食性天敌,而幼虫由于全身覆盖蜡丝,和其猎物相近,所以可以在受到阿根廷蚁 *Linepithan humile* 保护的粉蚧集中的叶片上觅食,而不受干扰(Daane *et al*, 2007)。此外,孟氏隐唇瓢虫在受到天敌侵扰时,还会释放具防御性的化学生物碱:顺-1-(6-甲基-2-哌啶基)丙酮,1-甲基-9-N-双环[3,3,1]壬-3-酮,还有1种非常不稳定且容易异构化(Brown and Moore, 1982)。

4 孟氏隐唇瓢虫的抗性

4.1 耐热性

广东1962年的试验结果表明孟氏隐唇瓢虫卵在32℃时,孵化率只有4%,34℃以上,卵不孵化;32~36℃,幼虫和蛹全部死亡,成虫不产卵(李丽英, 1993)。40℃时瓢虫成虫不取食,死亡率为40%。但近年研究表明孟氏隐唇瓢虫卵在36℃下仍有7%卵孵化,在32℃和34℃卵孵化率也能达到51.3%和36.2%,世代存活率分别为41.6%和9.3%。说明在孟氏隐唇瓢虫进入广东的40年来,其种群对高温的产生了一种适应(陈先锋等,

2000)。

4.2 耐寒性

孟氏隐唇瓢虫成虫在12℃下不产卵(黄邦侃, 1963),在10℃以下不取食,缓慢降温至2℃不活动,从-2℃缓慢升温至15℃以上后60%虫体能恢复正常活动,死亡率40%(赵世熙等, 2001)。另据报道,在澳大利亚最冷的地区采集到的孟氏隐唇瓢虫于1972引入美国加利福尼亚后,在-5℃保存12 h比之前1891年引入的种存活率要高(Bartlett and Blair, 1974),耐冷性的增强有助于它地理分布范围的扩大,和提高对引种地区的适应性。

4.3 抗药性

在天敌效能评价中,其抗药性一直都是重要的指标,因为实际应用中生物防治常与化学防治相结合,而对于孟氏隐唇瓢虫的抗药性研究一直在深入开展。这些研究通常涉及成虫的存活率,生殖力等方面。在杀菌剂中,代森锰锌对孟氏隐唇瓢虫表现出高毒性,喷洒后的残留物质能使成虫100%致死(Babu and Ramanamurthy, 1999)。而在杀虫剂中,啮虫脒,呋虫胺,噻虫胺对孟氏隐唇瓢虫直接喷洒48 h后,成虫全部死亡,而相同处理下,噻嗪酮,吡丙醚,氟啶虫酰胺只导致了10~20%的死亡率,危害较小(Cloyd and Dickinson, 2006),另有专家建议吡丙醚的田间喷洒剂量不要超过2 mg/L (Smith *et al*, 1999)。此外,乙酰甲胺磷、氯氰菊酯、硫丹、三氯杀螨醇、三氯杀螨砒、苏云金芽孢杆菌、丁酮威、敌敌畏、毒死蜱、印楝种仁提取物,王铜对孟氏隐唇瓢虫成虫没有毒性,也不影响它的繁殖力;而除虫脲虽对成虫无害,却可以显著降低其生殖力(Castaner and Garrido, 1995; Mani *et al*, 1997),并影响幼虫几丁质酶活性(Sundari *et al*, 1998)。Hattingh等(1995)研究发现孟氏隐唇瓢虫与喷洒杀虫脲10周后的叶片,仍能显著降低自身的繁殖力。杀螨剂:吡螨胺、四螨嗪、啶螨醚对孟氏隐唇瓢虫有轻度的毒害作用(Urbaneja *et al*, 2008)。Shirke和Salunkhe(1996)在田间测试,排列了几种农药残留毒性对孟氏隐唇瓢虫毒害的大小:啶硫磷 > 久效磷 > 氰戊菊酯 > 乐果 > 马拉硫磷。另据报道,除了球孢白僵菌能严重影响孟氏隐唇瓢虫的存活外,其他生物合理性农药的直接毒性都较低(Smith and Krishchik, 2000),同时植物源农药相对于化学合成农药,也较为安全(Mani, 1996)。所以在进行化学防治时,应根据防治的害虫和农药对天敌的影响,选择合理的剂量和浓度,使防治达到事半功倍的效果。

5 生物防治

在世界范围内,引入瓢虫防治介壳虫成功的例子(53例)远要比防治蚜虫(1例)的多,由此可见,瓢虫防治介壳虫的效能要高于蚜虫(Magno *et al*, 2002)。孟氏隐唇瓢虫从澳大利亚引入世界各地后,在防治各种介壳虫上,已取得成功,为了更好地发挥其控害效能,其大量繁殖及释放技术在一直是生物防治研究的重点。

在我国,利用孟氏隐唇瓢虫防治重阳木粉蚧(黄邦侃, 1963),石栗粉蚧(蒲蛰龙和何等平, 1961),可可粉蚧(李丽英, 1993)都取得了显著的效果。董慧芳(1993)在北京室外的盆栽君子兰 *Clivia m inlata* 上释放孟氏隐唇瓢虫 2 ~ 3 龄幼虫防治康氏粉蚧,每盆 2 月内连续释放共 63 头,防治效果良好,与对照相比蚧虫数减少 87.9%,卵囊减少 75%,“蚧堆”减少 91.2%。对于入侵我国的检疫害虫湿地松粉蚧,孟氏隐唇瓢虫也有着很好的防治效果,在林间散放,不仅能通过捕食湿地松粉蚧完成发育,有效地控制粉蚧种群,同时还能在一定程度上建立自身种群(汤才等, 1995)。

国外,埃及吉萨地区,每棵 *Acalypha macrophylla* 树上释放 10 只孟氏隐唇瓢虫防治丝粉蚧,11 周后,丝粉蚧的若虫和成虫分别减少了 89.25%, 95.39% (Attia and El - Amaouty, 2007)。在印度的果园,Mani 等人于 2002 ~ 2008 年间进行了大量的孟氏隐唇瓢虫散放防治粉蚧的试验,结果发现释放 2 个月,人心果 *Manilkara zapota* Forberg 上的粉蚧 *Rastrococcus invadens* 从 507.6 头下降到 0 头每树 (Mani *et al*, 2004),柚子树上的柑桔粉蚧从 313.84 头下降到 2.63 头每树,丝粉蚧从 248.85 头下降到 7.57 头每树,桔鳞粉蚧从 165.48 头下降到 6.85 头每树,这 3 种粉蚧种群分别下降了 97.74%, 90.17%, 82.37% (Mani and Krishnamoorthy, 2008a);在释放后的 3 个月,酸橙树上的桔鳞粉蚧种群,从 221.30 头下降到 1.40 头每株 (Mani and Krishnamoorthy, 2002),柑桔粉蚧数量从 126.64 头下降到 0.4 头每树,平均下降 99.68% (Mani and Krishnamoorthy, 2007a);另据报道,每树释放 10 头孟氏隐唇瓢虫成虫就能有效防治生活在番石榴上的垫囊绿绵蜡蚧 (Mani and Krishnamoorthy, 2007b)。此外,Mani 和 Krishnamoorthy (1999b) 在印度南部的室内研究发现,孟氏隐唇瓢虫的各龄幼虫均可捕食

螺旋粉虱的若虫,并能依此完成幼虫阶段的发育,幼虫期间共捕食 291 头粉虱若虫。这为螺旋粉虱的生物防治又提供了新的途径。

生物防治中往往会使用多种天敌对害虫进行防治,例如摩洛哥北部的洛克司地区,运用孟氏隐唇瓢虫和跳小蜂 *Leptomastix dactylopii* 联合防治柑桔粉蚧,就取得不错的效果 (Abdelkhalik *et al*, 1998),但是不同天敌间的种间捕食与干扰通常会影响到害虫防治的效果。Mustu 等 (2007, 2008) 研究发现孟氏隐唇瓢虫的各龄幼虫和雌虫可取食被粉蚧长索跳小蜂 *Anagynus pseudococci* (Girault) 寄生 2 ~ 4 d 的柑桔粉蚧和葡萄粉蚧,取食量与捕食正常的粉蚧无异,对于被寄生时间过长,开始僵化的粉蚧不取食。Chong 和 Oetting (2007) 在研究孟氏隐唇瓢虫的幼虫和成虫捕食被跳小蜂 *L. dactylopii* 寄生的粉蚧时,也出现相似的情况,并且瓢虫数量的增加会降低跳小蜂的寄生率,所以建议孟氏隐唇瓢虫的释放应在跳小蜂释放 14 d 后进行,以减小对寄生粉蚧的寄生蜂的种间捕食和对觅食的寄生蜂的干扰作用。此外,在害虫综合治理 (IPM) 中,释放孟氏隐唇瓢虫,辅以科学的水肥管理,可以有效地减少柑桔粉蚧爆发 (Shrewsbury *et al*, 2004)。

6 展望

通过释放孟氏隐唇瓢虫可以有效地控制果树上发生的多种粉蚧,其作为捕食性天敌的优越性一直被农业工作者重视,随着木槿曼粉蚧入侵格林纳达岛和瓜德罗普等地中海地区,给当地农作物造成严重危害,专家建议引入孟氏隐唇瓢虫进行防治 (Etienne *et al*, 1998; Sagarra and Peterkin, 1999),可见其作为天敌使用的频率和范围在不断增加。但是大规模养殖的技术和人工饲料的研究仍然不尽如人意,在我国室内目前以南瓜大量繁殖粉蚧,提供给孟氏隐唇瓢虫的养殖技术最为简单,便捷 (黄邦侃, 1963);而在俄罗斯,以麦蛾卵饲养孟氏隐唇瓢虫加上一套自行设计的木质养殖设备,每年可养出 500 万头成虫 (李丽英, 1993)。美国、以色列等发达国家已能对孟氏隐唇瓢虫进行商品化生产,他们的成功经验值得引入地区的农业工作者借鉴,以保证引种的成功。

孟氏隐唇瓢虫引入世界各地进行生物防治已有 100 多年的历史,与各地环境气候和生态系统,生物群落的适应,协同发展,使得其自身在生理特性,

如耐热性、耐寒性,生物学特性都出现了地区性的差别。所以为了更好的发挥其控害潜能,适用于不同的大田环境的害虫防治,全面系统地研究孟氏隐唇瓢虫的各项生物学特征,制定统一的孟氏隐唇瓢虫种质资源描述规范和数据标准是必要的。作者在国家科技基础条件平台建设子项目“经济昆虫种质资源标准化整理、整合及共享试点”中,正在制定“孟氏隐唇瓢虫种质资源描述规范和数据标准”,该规范规定孟氏隐唇瓢虫种质资源的描述符及其分级标准(表4),依据规范对不同品系的孟氏隐唇瓢

虫种质资源的基本情况描述信息(资源地信息、形态性状、生物学与生态学性状、品质性状和生理生化性状等),功能特性(如繁殖力、捕食效能、寄主专一性、抗逆、抗病、抗药、耐高温高湿、耐高寒、耐干旱等)等信息进行详细的描述。该描述规范有利于整合孟氏隐唇瓢虫种质资源,规范孟氏隐唇瓢虫种质资源的收集、整理和保存等基础性工作,创造良好的共享环境和条件,搭建高效的共享平台,有效保护和高效利用孟氏隐唇瓢虫种质资源,充分挖掘其潜在的经济、社会和生态价值。

表4 孟氏隐唇瓢虫种质资源的描述符类别及指标数

Table 4 Items and No. of index of the description symbols in *Cryptolaemus montrouzieri*

类别 Item	指标数 No. of index	描述性质 Description type
护照信息 Passport message	14	M
标记信息 Labeled information	26	M, O
基本特征特性描述信息 Descriptive information of basic characters	67	M, O, C
图像信息 Picture information	3	M
种质保存信息 Conservation information	4	M
共享方式 Ways for sharing resources	3	M

M, 必选描述符; O, 可选描述符; C, 条件描述符。M, Required descriptor; O, Selective descriptor; C, Conditional descriptor

参考文献 (References)

- Attia AR, El - Amaouty SA, 2007. Use of the coccinellid predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant against the striped mealybug, *Ferisia virgata* (Ckll) on the ornamental plant, *Agalypha macrophylla* in Egypt *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 17: 71 - 76
- Abdelkhalek L, Afellah M, Smaili C, 1998. Bioecology and biological control of *Planococcus citri* R. (Hom., Pseudococcidae) on citrus fruits in the Loukos region of Morocco *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent*, 63: 483 - 488.
- Babu TR, Azam KM, 1987. Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) in relation with temperature. *Entanophaga*, 32(4): 381 - 386.
- Brown WV, Moore BP, 1982. The defensive alkaloids of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). *Aust. J. Chem.*, 35: 1255 - 1261.
- Bartlett, Blair R, 1974. Introduction into California of cold - tolerant biotypes of the mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri*, and laboratory procedures for testing natural enemies for cold - hardiness *Environmental Entomology*, 3: 553 - 556.
- Babu TR, Ramanamurthy G, 1999. Residual toxicity of pesticides to the adults of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera). *International Pest Control*, 41: 137 - 138.
- Chen XF, Ren SX, Ying XL, Pang H, 2000. The effects of temperature on laboratory population of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant *Acta Ecologica Sinica*, 20(1): 129 - 133. [陈先锋,任顺祥,应霞玲,庞虹,2000. 温度对孟氏隐唇瓢虫实验种群的影响. *生态学报*, 20(1): 129 - 133]
- Castaner M, Garrido A, 1995. Contact toxicity and persistence of seven insecticides to three beneficial species used in biological control: *Cryptolaemus montrouzieri*, *Lysiphlebus testaceipes* and *Encarsia formosa* *Investigacion Agraria Produccion y Proteccion Vegetales*, 10: 139 - 147.
- Cloyd RA, Dickinson A, 2006. Effect of insecticides on mealybug destroyer (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoid *Leptanastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), natural enemies of citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology*, 99: 1596 - 1604.
- Cave RD, 2006. Biological control agents of the cycad aulacaspis scale, *Aulacaspis yasumatsui* *Proceedings of the 119th Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society*, 119: 422 - 424.
- Chong JH, Oetting RD, 2007. Intraguild predation and interference by the mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri* on the parasitoid *Leptanastix dactylopii* *Biocontrol Science and Technology*, 17: 933 - 944.
- Dong HF, 1993. A preliminary study on the occurrence of *Pseudococcus comstocki* (Hom.: Pseudococcidae) on *Clivia miniata* and its control with inundative release of *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae). *Chinese Journal of Biological Control*, 9(1): 12 - 14. [董慧芳,1993. 君子兰上粉蚧的发生和释放隐唇瓢虫防治试验. *中国生物防治*, 9(1): 12 - 14]
- Daane KM, Sime KR, Fallon J, Cooper ML, 2007. Impacts of Argentine

- ants on mealybugs and their natural enemies in California's coastal vineyards *Ecological Entomology*, 32: 583 - 596.
- Doumbia M, Hemptinne JL, Dixon AFG, 1998. Assessment of patch quality by ladybirds: role of larval tracks *Oecologia*, 113: 197 - 202.
- Ehnstrom B, Lundberg S, 1997. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, a ladybird beetle used for biological control in green houses in Sweden *Entomologisk Tidskrift*, 118: 59 - 60.
- Etienne J, Matile - Ferrero D, Leblanc F, Marival D, 1998. First record of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) from Guadeloupe: Present state of this pest of crops in the French Caribbean (Hem., Pseudococcidae). *Bulletin de la Societe Entomologique de France*, 103: 173 - 174.
- Gu DX, Zhang GR, Zhang RJ, Pang Y, 2000. Review on fifty years biological control of insect pests in southern China *Acta Entomologica Sinica*, 43 (3): 327 - 335. [古德祥, 张古忍, 张润杰, 庞义, 2000. 中国南方害虫生物防治 50周年回顾. 昆虫学报, 43 (3): 327 - 335.]
- Garcia JF, O Neil RJ, 2000. Effect of coleus size and variegation on attack rates, searching strategy, and selected life history characteristics of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 18: 225 - 234.
- Gharizadeh E, Hesami S, 2003. Report of *Metastenus concinnus* (Hym.: Pteromalidae) parasitoid of *Cryptolaemus montrouzieri* in Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 22: 85 - 86.
- Huang BK, 1963. The *Cryptolaemus montrouzieri* of breeding and using after the introduction of Fujian *Entomological Knowledge*, 7 (3): 124 - 126. [黄邦侃, 1963. 孟氏隐唇瓢虫引进福建后的繁殖和利用. 昆虫知识, 7 (3): 124 - 126.]
- Hansen LO, Sagvolden BA, 2007. Notes on Norwegian coleoptera. *Norwegian Journal of Entomology*, 54: 75 - 80.
- Heidari M, Copland MJW, 1992. Host finding by *Cryptolaemus montrouzieri* (Col., Coccinellidae) a predator of mealybugs (Hom., Pseudococcidae). *Entomophaga*, 37 (4): 621 - 625.
- Hattingh V, Tate B, 1995. Effects of field - weathered residues of insect growth regulators on some Coccinellidae (Coleoptera) of economic importance as biocontrol agents *Bulletin of Entomological Research*, 85: 489 - 493.
- Jalali SK, Singh SP, Biswas SR, 1999. Effect of temperature and female age on the development and progeny production of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). *Entomol.*, 24: 293 - 296.
- Kaufmann T, 1996. Dynamics of sperm transfer, mixing, and fertilization in *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) in Kenya *Annals of the Entomological Society of America*, 89: 238 - 242.
- Kotikal YK, Sengonca C, 1999. Olfactory responses of mealybug predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) to the kairomones of prey arthropods, their host plants and the predator itself *Journal of Biological Control*, 13: 1 - 6.
- Li LY, 1993. The research and application prospects of *Cryptolaemus montrouzieri* in China *Natural Enemies of Insects*, 15 (3): 142 - 152. [李丽英, 1993. 我国孟氏隐唇瓢虫研究与应用展望. 昆虫天敌, 15 (3): 142 - 152.]
- Merlin J, Lemaitre O, Gregoire JC, 1996a. Chemical cues produced by conspecific larvae deter oviposition by the coccidiphagous ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79: 147 - 151.
- Merlin J, Lemaitre O, Gregoire JC, 1996b. Oviposition in *Cryptolaemus montrouzieri* stimulated by wax filaments of its prey *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79: 141 - 146.
- Mani M, 1996. Safety of neem and other plant products to parasitoids and predators of citrus insect pests *Journal of Insect Science*, 9: 89 - 90.
- Mani M, Lakshmi VJ, Krishnamoorthy A, 1997. Side effects of some pesticides on the adult longevity, progeny production and prey consumption of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae, Coleoptera). *Indian Journal of Plant Protection*, 25: 48 - 51.
- Magro A, Hemptinne JL, Codreanu P, Grosjean S, Dixon AFG, 2002. Does the satiation hypothesis account for the differences in efficacy of coccidiphagous and aphidophagous ladybird beetles in biological control? A test with *Adalia bipunctata* and *Cryptolaemus montrouzieri* *BioControl* (Dordrecht), 47: 537 - 543.
- Mani M, 1995a. Studies on the natural enemies of oriental mealybug, *Planococcus lilacinus* (Ckll) (Homoptera: Pseudococcidae) in India *Journal of Entomological Research* (New Delhi), 19: 61 - 70.
- Mani M, 1995b. Studies on the natural enemies of the wax scale *Drepanococcus chiton* (Green) on ber and guava *Entomol.*, 20: 55 - 58.
- Mani M, Dinesh MS, Hosetti BB, Krishnamoorthy A, Lakshmi PSR, 2006. Field efficacy of the introduced parasitoid, *Encarsia guadeloupa* against exotic spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* in Guava *Indian Journal of Plant Protection*, 34: 22 - 25.
- Mani M, Krishnamoorthy A, 1998. Biological control studies on the mango green shield scale *Chloropulvinaria polygonata* (Ckll) (Homoptera, Coccidae) in India *Entomol.*, 23: 105 - 110.
- Mani M, Krishnamoorthy A, 1999a. Outbreak of Ash whitefly, *Siphoninus phyllirae* and record of its natural enemies on pomegranate *Entomol.*, 24: 197 - 198.
- Mani M, Krishnamoorthy A, 1999b. Predatory potential and development of the Australian ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. on the spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russel *Entomol.*, 24: 173 - 176.
- Mani M, Krishnamoorthy A, 2002. Biological suppression of spherical mealybug *Nipaecoccus viridis* (Newstead) (Homoptera, Pseudococcidae) on acid lime in India *Entomol.*, 27: 423 - 424.
- Mani M, Krishnamoorthy A, 2007a. Biological control of *Planococcus citri* (Risso) on acid lime with *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in India *Entomol.*, 32: 221 - 223.
- Mani M, Krishnamoorthy A, 2007b. Recent trends in the biological suppression of guava pests in India. Proceedings of the 1st International Guava Symposium, 469 - 482.
- Mani M, Krishnamoorthy A, 2008a. Biological suppression of the mealybugs *Planococcus citri* (Risso), *Ferrisia virgata* (Cockerell) and

- Nipaecoccus viridis* (Newstead) on pummelo with *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in India. *Journal of Biological Control*, 22: 169 - 172.
- Mani M, Krishnamoorthy A, Pattar GL, 2004. Efficacy of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in the suppression of *Rastrococcus invadens* Williams on sapota. *Journal of Biological Control*, 18: 203 - 204.
- Mani M, Visalakshy PNG, Krishnamoorthy A, Venugopalan R, 2008b. Role of *Coccophagus* sp. in the suppression of the soft green scale *Coccus viridis* (Green) (Homoptera: Coccidae) on sapota. *Bio-control Science and Technology*, 18: 721 - 725.
- Mustu M, Kilincer N, Ulgenturk S, Kaydan MB, 2008. Feeding behavior of *Cryptolaemus montrouzieri* mealybugs parasitized by *Anagynus pseudococci*. *Phytoparasitica*, 36: 360 - 367.
- Mustu M, Kilincer N, 2007. Prey preference of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) between unparasitised and parasitised mealybugs *Planococcus citri* risso (Hemiptera: Pseudococcidae) and *Planococcus ficus* signoret (Hemiptera: Pseudococcidae) by *Anagynus pseudococci* girault (Hymenoptera: Encyrtidae). *Turkiye Entomoloji Dergisi*, 31: 215 - 224.
- Ozgoke MS, Atlihan R, Karaca I, 2006. The life table of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) after different storage periods. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 4: 282 - 287.
- Pang XF, Li LY, 1979. Studies on the *Cryptolaemus montrouzieri* settling control of mealbug harm in Guangzhou and other place. *Natural Enemies of Insects*, 1(3): 50. [庞雄飞, 李丽英, 1979. 孟氏隐唇瓢虫在广州等地定居控制石栗粉蚧的危害. 昆虫天敌, 1(3): 50]
- Pu ZL, He DP, 1961. Studies on the *Rodolia cardinalis* and *Cryptolaemus montrouzieri* breeding and the use. *Chinese Science and Plant Protection*, 1338 - 1347. [蒲蛰龙, 何等平, 1961. 澳洲瓢虫及孟氏隐唇瓢虫的繁殖及利用. 中国植物保护科学, 1338 - 1347]
- Pang H, Tang C, Li LY, 1996. The technology for preservation of *Cryptolaemus montrouzieri* adult with the artificial diet. *Natural Enemies of Insects*, 18(2): 64 - 66. [庞虹, 汤才, 李丽英, 1996. 孟氏隐唇瓢虫的人工保种技术. 昆虫天敌, 18(2): 64 - 66]
- Persad A, Khan A, 2002. Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*, *Anagynus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* and *Scymnus coccivora*. *BioControl* (Dordrecht), 47: 137 - 149.
- Pluke RWH, Escribano A, Michaud JP, Stansly PA, 2005. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. *Florida Entomologist*, 88: 123 - 128.
- Simmonds MSJ, Manlove JD, Blaney WM, Khambay BPS, 2000. Effect of botanical insecticides on the foraging and feeding behavior of the coccinellid predator *Cryptolaemus montrouzieri*. *Phytoparasitica*, 28: 99 - 107.
- Sengonca C, Kotikal YK, Schade M, 1995. Olfactory reactions of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col., Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neur., Chrysopidae) in relation to period of starvation. *Anzeiger fuer Schaedlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 68: 9 - 12.
- Shirke MS, Salunkhe GN, 1996. Relative residual toxicity of some insecticides to *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant a predator of mealybugs. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 21: 370 - 371.
- Smith KM, Smith D, Lisle AT, 1999. Effect of field - weathered residues of pyriproxyfen on the predatory coccinellids *Chilocorus circumdatus* Gyllenhal and *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39: 995 - 1000.
- Smith SF, Krischik VA, 2000. Effects of biorational pesticides on four coccinellid species (Coleoptera: Coccinellidae) having potential as biological control agents in interiorscapes. *Journal of Economic Entomology*, 93: 732 - 736.
- Sundari MSN, Arivalagan M, Balachander A, Durairaj G, 1998. Effect of diflubenzuron on the chitinase activity of predatory insect, *Cryptolaemus montrouzieri*. *Journal of Environmental Biology*, 19: 323 - 324.
- Shrewsbury PM, Bejleri K, Lea - Cox JD, 2004. Integrating cultural management practices and biological control to suppress citrus mealybug. *Protected Cultivation 2002: in Search of Structures, Systems and Plant Materials for Sustainable Greenhouse Production*, 425 - 434.
- Sagarra LA, Peterkin DD, 1999. Invasion of the Caribbean by the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae). *Phytoprotection*, 80: 103 - 113.
- Tang C, Pang H, Ren SX, Pang XF, 1995. Studies on the *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant feeding on loblolly pine mealybug *Oncopeltus acuta* (Lobdell). *Natural Enemies of Insects*, 17(1): 9 - 12. [汤才, 庞虹, 任顺祥, 庞雄飞, 1995. 孟氏隐唇瓢虫捕食湿地松粉蚧的研究. 昆虫天敌, 17(1): 9 - 12]
- Urbaneja A, Pascual - Ruiz S, Pina T, Abad - Moyano R, Vanackcha P, Monton H, Dembilio O, Castanera P, Jacas JA, 2008. Efficacy of five selected acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and their side effects on relevant natural enemies occurring in citrus orchards. *Pest Management Science*, 64: 834 - 842.
- Venkatesan T, Singh SP, Jalali SK, 2001. Development of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of mealybugs on freeze - dried artificial diet. *Journal of Biological Control*, 15: 139 - 142.
- Zhao SX, Zeng ZH, Wu GY, 2001. Predation of *Cryptolaemus montrouzieri* and *Phanoscymnus taoi* to *Aspidiotus destructor*. *Entomological Journal of East China*, 10(1): 72 - 76. [赵世熙, 曾兆华, 吴光远, 2001. 孟氏隐唇瓢虫和台毛艳瓢虫对茶椰圆蚧的捕食作用. 华东昆虫学报, 10(1): 72 - 76]
- Zeng T, Pang H, 2000. Check list coccidiphagous species of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) from China. *Natural Enemies of Insects*, 22(2): 59 - 67. [曾涛, 庞虹, 2000. 中国食蚧瓢虫名录. 昆虫天敌, 22(2): 59 - 67]