

广赤眼蜂寄生黄野螟卵的习性研究*

王 祥¹ 林思诚¹ 冼世庆¹ 卜蜜源¹
陈全武¹ 陈刘生² 黄咏槐²

(1. 茂名市林业科学研究所, 广东 茂名 525099; 2. 广东省林业科学研究院 / 广东省森林培育与保护利用重点实验室, 广东 广州 510520)

摘要 广赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 是农林生产中一种重要的天敌昆虫。研究明确了广赤眼蜂对黄野螟 *Heortia vitessoides* 卵的寄生习性及其林地内对黄野螟卵的寄生率。广赤眼蜂寄生黄野螟的卵, 每年可以繁殖 17 代, 每代历期 9 ~ 11 天; 实验室条件下平均出蜂率可达 93.69%, 林地内野外寄生卵块平均出蜂率 87.16%。茂名地区白木香 *Aquilaria sinensis* 林内黄野螟卵平均寄生率可达 55.74%。研究结果表明广赤眼蜂可以作为防控黄野螟的天敌资源加以利用。

关键词 广赤眼蜂; 黄野螟; 白木香; 寄生

中图分类号: S763 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2022) 03-0094-07

Study on Parasitism Habit of *Trichogramma evanescens* in *Heortia vitessoides* Eggs

WANG Xiang¹ LIN Sicheng¹ XIAN Shiqing¹ BU Miyuan¹
CHEN Quanwu¹ CHEN Liusheng² HUANG Yonghuai²

(1. Maoming Forestry Institute, Maoming, Guangdong 525099, China; 2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract *Trichogramma evanescens* is an important natural enemy in agriculture and forestry system. The parasitism habits of *T. evanescens* in egg of *Heortia vitessoides* and the parasitization rate were determined. *T. evanescens* can be bred 17 generations each year, and each generation lasts 9-11 days. The highest rate of output wasps was 93.69% in laboratory, and 87.16% in the field. The average parasitization rate in egg of *H. vitessoides* 55.74%. The results of this study indicate that *T. evanescens* is a potential natural enemy of *H. vitessoides*.

Key words *Trichogramma evanescens*; *Heortia vitessoides*; *Aquilaria sinensis*; parasitism

广赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 隶属膜翅目赤眼蜂科赤眼蜂属, 是一种重要的卵寄生性天敌, 在农林生态系统中的鳞翅目害虫菜粉蝶 *Pieris rapae*、甘蓝夜蛾 *Mamestra brassicae*、米蛾 *Coryca cephalonica*、小菜蛾 *Plutella xylostella* 等防治上都得到过应用。该蜂种对不同寄主的寄生特性,

以及科学应用技术方面曾有过大量研究报道^[1-6]; 实际生产中, 农药的使用对广赤眼蜂的安全影响也有专业的评估研究^[7-9]。沉香作为传统药材和名贵天然香料, 在传统中医学、藏医学和印度传统医学中应用已有悠久的历史^[10]; 近年来, 随着白木香 *Aquilaria sinensis* 种植面积不断扩大, 黄野

* 基金项目: 广东省科技专项资金 (“大专项 + 任务清单” 项目) —— 岭南现代农业重点项目专题 (mmkj2020027)。

第一作者: 王祥 (1981—), 男, 工程师, 主要从事森林保护研究, E-mail: 510779058@qq.com。

通信作者: 黄咏槐 (1978—), 男, 高级工程师, 主要从事林业有害生物防治研究, E-mail: hyh737@126.com。

螟 *Heortia vitessoides* 成为主要的食叶害虫, 严重时能将整片白木香林叶片吃光^[11-12]。随着沉香产业绿色生产升级, 安全无公害的生物防治^[12]方法备受关注。本研究团队在调查茂名地区白木香有害生物过程中, 发现黄野螟卵寄生天敌广赤眼蜂, 在部分林地内对黄野螟起到了很好的自然控制作用。本文对广赤眼蜂寄生黄野螟的习性进行了研究, 以期为进一步开展人工繁育和防治应用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

广赤眼蜂采集和观察点设在广东茂名高州长坡镇雷垌村树良塘白木香林, 该地位置东经 110° 99', 北纬 22° 09', 海拔为 108 m; 地属亚热带季风性湿润气候, 年平均气温 21.80 ℃, 最冷月 (1 月) 平均气温 14.40 ℃, 最热月 (7 月) 平均气温 27.10 ℃, 年无霜期 353 d, 年均日照时数约 2 000 h, 年太阳辐射约 446~490 kJ/cm², 年降水量 1 500~1 800 mm。白木香林分为疏于管理的人工集体林, 周边有自然生长的杂木林, 农家菜地、香蕉地、黄皮 *Clausena lansium* 及荔枝 *Litchi chinensis* 林等; 黄野螟及其它病虫害发生程度为轻度。

1.2 试验材料

试验所用黄野螟卵块为 2021 年 1 月至 12 月在树良塘白木香林采集。

采集前制作好空白卵卡, 用 70 g/m² 的 A4 打印纸打印出卵卡底板 (长 4 cm × 宽 2 cm), 将剪下的双面胶纸 (长 2 cm × 宽 0.8 cm) 粘在底板的正中央位置, 即制成空白卵卡。

1.3 观察设备

成都励扬精密机电有限公司 LY-WN-YC600 昆虫超清显微系统。

1.4 研究方法

1.4.1 田间寄生率调查 2021 年 1 月至 12 月, 采集带有黄野螟卵块的白木香叶片, 沿卵块外缘将其从叶片上剪下, 平整地粘贴在空白卵卡上, 编号; 将卵卡放入塑料指形管 (长 12 cm × 直径 2.8 cm), 拧好盖, 贴上标签并做好标记, 置于 25 ℃, 湿度 70% 的养虫室内, 在昆虫超清显微系统下跟踪观察, 清点每块卵的总卵粒数和变全黑 (即被寄生了) 的卵粒数, 并跟踪观察每块卵的变全黑的卵粒出蜂情况。计算出每块卵块的寄生率和平

均寄生率。

$$\text{寄生率} = \frac{\text{变全黑卵粒数}}{\text{卵块总卵粒数}} \times 100\%, \text{平均寄生率}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \text{寄}_i}{n}$$

其中, n 为被调查的卵块数。

1.4.2 寄生和羽化行为观察 在昆虫超清显微系统下观察广赤眼蜂在黄野螟卵上的寄生和羽化行为。

1.4.3 生活史研究 2021 年 1 月至 12 月, 每月在树良塘白木香林调查 2~3 次, 采集黄野螟卵块, 卵块处理方法同 1.4.1。通过野外调查和室内饲养观察, 记录越冬蜂开始羽化期, 初见寄生卵日期, 广赤眼蜂各世代产卵、化蛹及羽化日期, 统计全年的繁殖世代。

1.4.4 寄生黄野螟习性观察 用滤纸条 (长 3 cm × 宽 1 cm) 浸透 10% 蜂蜜水喂食广赤眼蜂雌蜂 2 h 以上, 然后将单头雌蜂接种到 1~4 日龄黄野螟卵块上, 记录雌蜂单次寄生卵粒的耗时, 再将卵块放入塑料指形管 (长 12 cm × 直径 2.8 cm) 中, 置于 25 ℃, 湿度 70% 养虫室内, 每日观察卵块变化情况, 及时清除孵出的黄野螟幼虫。记录接种时间、卵粒变全黑时间和数量、羽化出蜂时间和雌雄蜂数量。30 个重复。同样的方法, 观察野外采集的被广赤眼蜂寄生的黄野螟卵块。

2 结果与分析

2.1 广赤眼蜂田间寄生分析

室内跟踪野外采集的黄野螟卵块, 结果表明, 变全黑的卵粒破壳后羽化出来的都是广赤眼蜂, 未破壳的变全黑卵粒经解剖, 发现都是蛹期的广赤眼蜂, 暂未发现其他卵寄生蜂。广赤眼蜂林间对黄野螟卵块的寄生率最低为 0, 最高为 92.07%, 平均为 55.74%, 结果见表 1。

2.2 广赤眼蜂产卵行为

雌蜂触角在柄节末端处向下弯曲, 用棒节不断轻轻点触黄野螟卵粒, 挑选到合适的卵后, 随即确定产卵位置; 然后, 足抓住卵粒, 触角在柄节末端处向下弯垂, 腹部末端向内弯曲, 针状产卵管向下刺向卵壳, 身体左右微微抖动, 使产卵管刺透卵壳, 胸部和腹部轻轻下压, 使产卵管进入卵内合适深度, 随后, 蜂卵由产卵管进入黄野螟卵内。产卵完成后, 胸部和腹部抬升, 将产卵

表 1 2021 年广东茂名广赤眼蜂田间对黄野螟卵块的寄生情况
Table 1 Parasitism of *Trichogramma evanescens* in the egg mass of *Heortia vitessoides* in the field in 2021

月份 Month	采集到的黄野螟卵块数 / 块 Number of collected egg mass of <i>Heortia vitessoides</i>	被调查的卵粒数 / 个 Number of investigated egg	被寄生的卵粒数 / 个 Number of parasitized egg	寄生率 / % Parasitization rate
1	2	413	0	0.00
2	3	612	308	50.33
3	6	1 328	985	74.17
4	27	5 122	4 716	92.07
5	45	8 460	7 560	89.36
6	0	0	0	0.00
7	0	0	0	0.00
8	2	381	218	57.22
9	8	1 360	1 183	86.99
10	21	4 074	3 361	82.50
11	7	1 484	1 086	73.18
12	8	1 785	1 125	63.03
平均寄生率 / % Average parasitization rate				55.74 ± 0.34

注：平均值 ± 标准差。
Note: average value ± standard deviation.

管从黄野螟卵中拔出，寄生完成。单次寄生行为平均耗时 63 s。随机清查了接种单头雌蜂的 3 块黄野螟卵的卵粒数分别为 125、95 和 107，被寄生的卵粒数分别为 61、28 和 45，表明每个雌蜂产卵多次。当一个卵块上的卵粒被寄生完或再无合适的卵粒，雌蜂体内还有蜂卵时，雌蜂会转移至其它卵块上产卵。

2.3 广赤眼蜂羽化过程

2.3.1 雌蜂羽化 用口器在黄野螟卵壳大约中央位置（大多数情况下）咬出一个直径 0.3 mm 左右的孔，耗时约 50 min，然后头部先钻出孔，其次是前足，带动胸部和腹部从孔中出来。之后，在卵块附近的叶片位置停歇下来，用前足清洁附着在触角上的碎卵壳，用后足清洁附着在腹部上的碎卵壳。静歇十几分钟后，用后足反复刮摩后翅，直到做好清洁。前翅被胎衣包裹着，呈一个微型“羽毛球拍套”状，用后足反复刮摩前翅，直到将胎衣蹭别掉。蜕掉前翅胎衣耗时约 1 h，期间会停歇 4~5 次，且有黄色粘液（又叫“胎粪”）从腹部末端排出。胎衣蜕掉后，用后足反复刮摩前翅，使其充分清洁、展开。

2.3.2 雄蜂羽化 破壳从羽化孔中钻出同雌蜂。

之后，爬行较雌蜂活跃，在卵块及其周围位置四处爬行，喜在卵块上爬行，并用触角点触卵壳，有时在卵块上停歇，有时在卵块周围位置停歇。清洁附着在触角、腹部上的碎卵壳、蜕掉前翅胎衣等行为与雌蜂一样。在蜕掉前翅胎衣期间，也有黄色粘液从腹部末端排出。胎衣蜕掉后，用后足反复刮摩前翅，使其充分清洁、展开。

2.4 广赤眼蜂年生活史

2021 年田间调查和养虫室内饲育观察，越冬蜂于 2 月下旬开始羽化，下旬在田间即可初见被寄生的黄野螟卵，一直繁殖至 12 月中旬，以蛹越冬。活动期约 10 个月，越冬期约 2 个月。广赤眼蜂在黄野螟卵中全年可繁殖 17 代，详见表 2。

广赤眼蜂在白木香林地的种群消长与寄主黄野螟卵的发生期和发生量有密切关系。据 2021 年调查，广赤眼蜂 2—3 月低峰，4—5 月最高峰，6—8 月低峰，9—10 月小高峰。详见图 1。

2.5 广赤眼蜂繁殖情况

雄蜂与雌蜂羽化出来后即可进行交尾，甚至前翅胎衣还未蜕掉，雄蜂也有与雌蜂交尾行为。雄蜂追逐雌蜂，一对前翅向上抖动竖起，用前足和中足抱住雌蜂腹部，呈骑马式进行交尾。温度在 25 ℃

表 2 2021 年茂名地区广赤眼蜂年生活史
Table 2 Annual life history of *Trichogramma evanescens* in Maoming in 2021

世代 Generation	发育时期 (日 / 月) Development period (day/month)			历期 / 天 Period
	产卵 Oviposition	化蛹 Pupation	羽化 Emergence	
一	12/2	15/2	23/2	11
二	25/2	28/2	7/3	10
三	15/3	18/3	25/3	10
四	27/3	30/3	6/4	10
五	8/4	11/4	18/4	10
六	2/5	5/5	12/5	10
七	14/5	17/5	24/5	10
八	9/7	12/7	18/7	9
九	20/7	23/7	30/7	10
十	13/8	16/8	23/8	10
十一	25/8	28/8	4/9	10
十二	6/9	9/9	16/9	10
十三	18/9	21/9	28/9	10
十四	12/10	15/10	22/10	10
十五	24/10	27/10	2/11	9
十六	4/11	7/11	15/11	11
十七	14/12	18/12 (进入越冬)	翌年 10/2	56

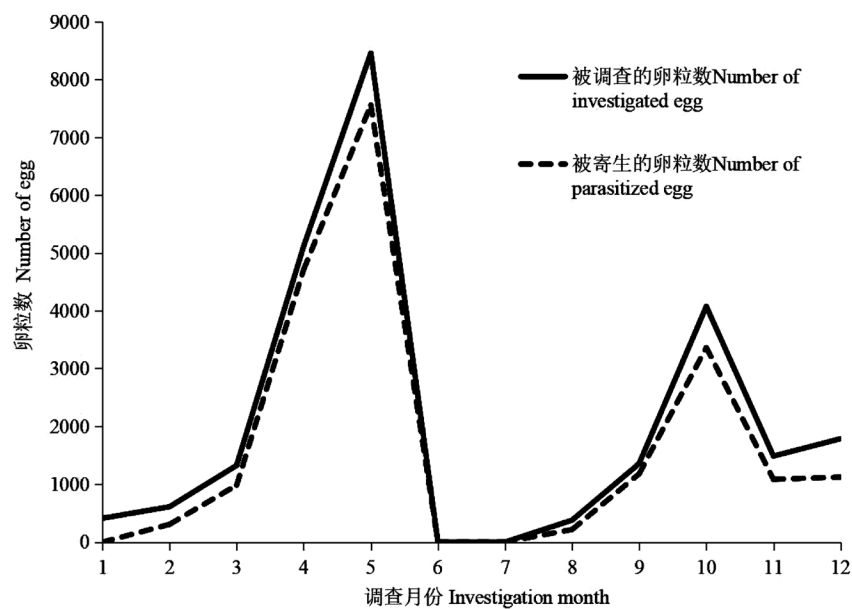


图 1 2021 年黄野螟卵粒数和被寄生的卵粒数

Figure 1 The number of investigated and parasitized egg of *Heortia vitessoides* in 2021

时,从接种母代蜂到羽化出子代蜂,整个发育历
期 9~11 d,其中从卵期到预蛹期历时 3~4 d,蛹期

到羽化出蜂历时 6~7 d。利用 1~4 日龄黄野螟卵块
进行广赤眼蜂的繁育,平均出蜂率为 93.69%,平

表 3 2021 年广东茂名室内利用 1~4 日龄黄野螟卵块繁育广赤眼蜂效果

Table 3 Effects on *Trichogramma evanescens* bred by 1~4 days eggs of *Heortia vitessoides* in laboratory in Maoming Guangdong in 2021

雌蜂编号 of female <i>Trichogramma</i> <i>evanescens</i>	Serial number	被寄生卵粒数 / 个 Number of parasitized egg	羽化雌蜂数 / 头 Number of emerged female <i>Trichogramma evanescens</i>	羽化雄蜂数 / 头 Number of emerged male <i>Trichogramma evanescens</i>	雌雄性比 Female-male ratio	出蜂率 / % Emergence rate
1		61	52	4	13.0	91.80
2		28	23	2	11.5	89.29
3		45	38	3	12.7	91.11
4		72	63	6	10.5	95.83
5		74	62	5	12.4	90.54
6		65	55	6	9.2	93.85
7		57	49	4	12.3	92.98
8		53	48	4	12.0	98.11
9		69	55	5	11.0	86.96
10		35	27	3	9.0	85.71
11		43	38	3	12.7	95.35
12		78	69	7	9.9	97.44
13		52	42	5	8.4	90.38
14		37	32	4	8.0	97.30
15		55	48	4	12.0	94.55
16		67	62	4	15.5	98.51
17		66	58	5	11.6	95.45
18		48	40	4	10.0	91.67
19		77	68	6	11.3	96.10
20		58	49	5	9.8	93.10
21		37	33	3	11.0	97.30
22		42	36	3	12.0	92.86
23		76	63	6	10.5	90.79
24		50	38	5	7.6	86.00
25		63	55	5	11.0	95.24
26		68	59	5	11.8	94.12
27		39	35	4	8.8	100.00
28		82	73	4	18.3	93.90
29		68	62	5	12.4	98.53
30		48	42	4	10.5	95.83
平均 Average					11.2 ± 2.12	93.69 ± 0.04

注: 平均值 ± 标准差。

Note: average value ± standard deviation.

均雌雄性比为 11.2 : 1 (表 3)。野外采集的被广赤 87.16%，平均雌雄性比为 6.1 : 1 (表 4)。眼蜂寄生的黄野螟卵块的繁殖情况，平均出蜂率为

表 4 2021 年广东茂名野外广赤眼蜂寄生黄野螟卵块效果

Table 4 Parasitic effects on the egg mass of *Heortia vitessoides* by *Trichogramma evanescens* from field in Maoming Guangdong in 2021

卵块编号 Serial number of egg mass	被寄生卵粒数 / 个 Number of parasitized egg	羽化雌蜂数 / 头 Number of emerged female <i>Trichogramma</i> <i>evanescens</i>	羽化雄蜂数 / 头 Number of emerged male <i>Trichogramma</i> <i>evanescens</i>	雌雄性比 Female-male ratio	出蜂率 / % Emergence rate
1	105	68	21	3.2	84.76
2	80	62	7	8.9	86.25
3	117	88	13	6.8	86.32
4	148	103	22	4.7	84.46
5	59	42	9	4.7	86.44
6	98	75	14	5.4	90.82
7	115	76	24	3.2	86.96
8	138	92	11	8.4	74.64
9	79	58	8	7.3	83.54
10	87	63	8	7.9	81.61
11	106	85	10	8.5	89.62
12	127	96	15	6.4	87.40
13	134	102	23	4.4	93.28
14	187	142	22	6.5	87.70
15	117	86	18	4.8	88.89
16	81	64	11	5.8	92.59
17	128	87	18	4.8	82.03
18	197	136	37	3.7	87.82
19	108	83	14	5.9	89.81
20	55	40	7	5.7	85.45
21	68	43	15	2.9	85.29
22	118	86	20	4.3	89.83
23	121	91	12	7.6	85.12
24	95	86	8	10.8	98.95
25	76	61	7	8.7	89.47
26	131	94	13	7.2	81.68
27	128	90	17	5.3	83.59
28	126	101	11	9.2	88.89
29	64	47	12	3.9	92.19
30	75	58	9	6.4	89.33
平均 Average				6.1 ± 1.98	87.16 ± 0.04

注：平均值 ± 标准差。

Note: average value ± standard deviation.

3 结论与讨论

广赤眼蜂能够寄生多种昆虫的卵, 本研究发现在茂名地区白木香林间对黄野螟卵块的平均寄生率为 55.74%, 殷永升等人^[3]对广赤眼蜂在一些害虫卵上的寄生率进行了研究, 甘蓝夜蛾 (100%)、玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (90.7%)、菜粉蝶 (80.0%)、枯叶蛾 *Gastropacha populi-folia* (70.8%)、银纹夜蛾 *Argyrogramma agnata* (68.7%) 和旋花天蛾 *Herse convolvuli* (48.0%), 稍高于我们的结果。寄生率的高低可能受卵粒大小、表面物理结构等条件的影响。

广赤眼蜂在茂名白木香林中, 可以对黄野螟各个世代的卵进行寄生。每代发育历期 9 ~ 11 天; 室内繁育平均出蜂率可达 93.69%; 野外平均出蜂率为 87.16%。室内的平均雌雄性比为 11.2 : 1, 是野外的平均雌雄性比 6.1 : 1 的 1.8 倍, 雌蜂数量占比增大与寄主卵粒相对较多, 营养较充足有很大关系, 郑慧琴等人^[1]研究显示, 大卵粒营养丰富, 广赤眼蜂的繁殖后代雌性比高, 小卵粒营养差, 雌性比低, 这与我们的结果相近。

广赤眼蜂喜产卵于新鲜黄野螟卵粒, 子代蜂较健壮活跃, 羽化率高, 平均羽化率差异不大, 单头雌蜂平均产卵量为 53.6 粒, 与蔡宁华所得雌蜂在米蛾卵中平均产卵量 36.79 粒差异不大^[2], 与殷永升等^[3]所得雌蜂在菜粉蝶卵中平均产卵量 173 粒有较大差异, 原因可能与饲养条件 (如寄主、饲养器皿的空间大小、营养补充、雌雄蜂配比、温湿度、光照条件、接蜂时间等) 有关, 这些值得进一步研究。

广赤眼蜂在茂名地区白木香林地全年可发生 17 代, 在黄野螟卵中的发生代数与黄野螟各世代的卵期发生量密切相关, 黄野螟发生量较大时, 广赤眼蜂在黄野螟卵中的发生量也较大, 黄野螟发生量较少时, 广赤眼蜂在黄野螟卵中的发生量也较少, 为了保证蜂群的正常繁衍, 广赤眼蜂会寻找菜粉蝶、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura*、银纹夜

蛾等卵粒作为寄主。

广赤眼蜂在春季气温低时, 飞翔力弱, 主要靠近距离爬行而扩散, 水平扩散距离 5~20 m, 5 m 处寄生率最高, 20 m 最少, 25 m 以外则无寄生^[1], 据林间采集到的被寄生的黄野螟卵块分布情况来看, 广赤眼蜂在白木香林地的垂直扩散范围主要为 1.5~3 m, 少量可达 5 m。具体林间释放广赤眼蜂防治黄野螟, 还需进一步研究, 从而达到理想的控制结果。

参考文献

- [1] 郑慧琴, 李元林. 菜粉蝶卵寄生蜂: 广赤眼蜂生物学特性及其消长动态[J]. 昆虫天敌, 1983(1): 6-9.
- [2] 蔡宁华, 秦玉川. 广赤眼蜂生态学特性的研究[J]. 昆虫知识, 1990(6): 359-363.
- [3] 殷永升, 常金玉. 广赤眼蜂生物学特性及其利用的初步研究[J]. 昆虫知识, 1980(6): 259-261.
- [4] 连梅力, 李唐, 张筱秀, 等. 温湿度对广赤眼蜂的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2007(4): 378-380.
- [5] 邓金花, 顾俊荣, 董明辉, 等. 几种赤眼蜂对小菜蛾卵的寄生差异性[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(5): 77-78.
- [6] 朱涤芳, 张敏玲, 李丽英. 广赤眼蜂滞育及贮存技术研究[J]. 昆虫天敌, 1992(4): 173-176.
- [7] 朱九生, 王静, 连梅力. 两种生物农药对广赤眼蜂成蜂的毒性和种群生命表参数的影响[J]. 农业技术与装备, 2011(2): 56-57; 59.
- [8] 朱九生, 连梅力, 王静, 秦曙. 五种杀虫剂对卵寄生性天敌广赤眼蜂室内安全性评价[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(4): 715-720.
- [9] 王彦华, 俞瑞鲜, 赵学平, 等. 新烟碱类和大环内酯类杀虫剂对四种赤眼蜂成蜂急性毒性和安全性评价[J]. 昆虫学报, 2012, 55(1): 36-45.
- [10] 蒋谦才, 郭艳峰, 曾海亮, 等. 白木香通体结香质量的影响因素研究[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(4): 44-47.
- [11] 洪仁辉, 尹吉锋, 陈彧, 等. 白木香重要害虫黄野螟研究进展[J]. 热带林业, 2019, 47(3): 66-68.
- [12] 冼世庆, 王祥, 林思诚, 等. 黄野螟的一种新寄生性天敌: 广赤眼蜂[J]. 中国森林病虫, 2021, 40(6): 24-28.