

文章编号:1001-7380(2016)05-0046-07

## 舞毒蛾黑瘤姬蜂等美国白蛾蛹期 寄生性天敌昆虫研究进展

宋明辉<sup>1</sup>, 王菲<sup>1</sup>, 郭家忠<sup>2</sup>, 杜伟<sup>1</sup>, 王虎诚<sup>1</sup>, 徐辉筠<sup>1</sup>, 郭同斌<sup>1\*</sup>

(1. 徐州市林业技术推广服务中心, 江苏 徐州 221009; 2. 高邮市京杭运河管理处, 江苏 高邮 225600)

**摘要:**美国白蛾是危害猖獗的世界性检疫害虫, 笔者介绍了该虫蛹期寄生性天敌昆虫的种类, 在介绍其中7种优势寄生性天敌对美国白蛾越冬蛹和夏季蛹的自然寄生率、寄主蛹中羽化的子代数 and 性比等研究结果的基础上, 系统综述了舞毒蛾黑瘤姬蜂的分布、寄主、寄生率、生物学特性和人工繁殖与利用等方面的研究进展。结合江苏省采用天敌昆虫开展生物防治的现状, 探讨了应用舞毒蛾黑瘤姬蜂防治美国白蛾的研究方向与利用对策。

**关键词:**美国白蛾; 寄生性天敌; 舞毒蛾黑瘤姬蜂; 生物防治

**中图分类号:**S763.306.4 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.05.010

### Research advance in the parasitic enemy insects of *Hyphantria cunea* Drury pupae, mainly *Coccygomimus disparis* Viereck

SONG Ming-hui<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>1</sup>, GUO Jia-zhong<sup>2</sup>, DU Wei<sup>1</sup>, WANG Hu-cheng<sup>1</sup>,  
XU Hui-jun<sup>1</sup>, GUO Tong-bin<sup>1\*</sup>

(1. Xuzhou City Forestry Technique Extension Center, Xuzhou 221009, China;

2. Gaoyou City Grand Canal Administration Bureau, Gaoyou 225600, China)

**Abstract:** *Hyphantria cunea* Drury is the dangerous quarantine insect pest in the world. In this article, the parasitism enemy insects of *H. cunea* pupae were introduced in detail. Research results of the natural parasitism rate to overwintering and summer host pupae, number of offspring, female ratio of seven main parasitism enemy insects were introduced, and research progresses of distribution, hosts, parasitism rate, biology and artificial production technique of *Coccygomimus disparis* Viereck were also mainly reviewed systematically. Moreover, the practical situation of controlling pests to use natural enemies in Jiangsu was discussed and research direction and application strategy of controlling *H. cunea* to use *C. disparis* in the future were also explored.

**Key words:** *Hyphantria cunea* Drury; Parasitic enemy insects; *Coccygomimus disparis* Viereck; Biological control

美国白蛾 (*Hyphantria cunea* Drury) 属鳞翅目 (Lepidoptera) 灯蛾科 (Arctiidae), 是危害猖獗的世界性检疫害虫, 寄主范围广, 繁殖能力强, 传播速度快<sup>[1]</sup>。1979年首次在我国辽宁丹东地区发现, 近年来已蔓延到山东、陕西、河北、北京、天津、河南、江苏、安徽等地。在上述美国白蛾发生区, 国内学者对该虫的天敌资源, 尤其是蛹期寄生性天敌的种类、寄生和控制作用等进行了广泛的调查与研究,

发现了多种对美国白蛾寄生和控制能力较强的天敌昆虫。目前除蛹期优势寄生蜂——白蛾周氏啮小蜂 (*Chouioia cunea* Yang) 已被成功地进行工厂化生产与大面积应用外, 其他天敌昆虫的应用尚不多见。为此, 笔者对美国白蛾蛹期寄生性天敌昆虫, 特别是另一种优势天敌——舞毒蛾黑瘤姬蜂 (*Coccygomimus disparis* Viereck) 的研究进展作一综述, 为今后开展蛹期优势天敌筛选与人工繁殖利用研究

收稿日期: 2016-08-08; 修回日期: 2016-08-29

基金项目: 江苏省“333工程”科研项目“人工繁殖与释放白蛾黑基啮小蜂等杨树害虫生物防治新技术”(BRA2010027)

作者简介: 宋明辉 (1976-), 男, 江苏铜山人, 工程师, 从事林业有害生物防治技术推广工作。

\* 通信作者: 郭同斌 (1967-), 男, 江苏徐州人, 研究员级高级工程师, 博士。从事林业有害生物防治技术推广工作。E-mail: gtb1101@163.com。

奠定基础。

## 1 美国白蛾蛹期寄生性天敌昆虫研究进展

### 1.1 主要种类

笔者查阅了我国辽宁、河北、天津、山东和陕西等地美国白蛾蛹期寄生性天敌昆虫的研究资料<sup>[1-10]</sup>,并对2001—2016年已初步开展寄生性研究的种类进行了比较与分析<sup>[1-8]</sup>,结果见表1。由表1可知,美国白蛾蛹期主要寄生性天敌昆虫共有16种,其中群寄生天敌9种,即白蛾周氏啮小蜂、白蛾黑棒啮小蜂(*Tetrastichus septentrionalis* Yang)、白蛾黑基啮小蜂(*T. nigricoxae* Yang)、山东白蛾啮小蜂(*T. shandongensis* Yang)、白蛾短角啮小蜂(*T. litoreus* Yang)、白蛾派姬小蜂(*Pediobius elasmii* Ashmead)、金小蜂(*Conomorius cunea* Yang et Baur)、黑青金小蜂(*Dibrachys cavus* Walker)和翠缘齿腿长尾小蜂(*Monodotomerus minor* Ratzebury);单寄生天敌7种,即舞毒蛾黑瘤姬蜂、稻苞虫黑瘤姬蜂(*C. parncrae* Viereck)、弄蝶黑瘤姬蜂(*C. turionellae* L.)、细线细颚姬蜂(*Enicopilus lineolatus* Roman)、日本追寄蝇(*Exorista japonica* Townsend)、康刺腹寄蝇(*Compsilura concinnata* Meigen)和广大腿小蜂(*Brachymeria lasus* Walker)。单寄生天敌中,细线细颚姬蜂、日本追寄蝇和康刺腹寄蝇为幼虫-蛹跨期寄生性天敌。仅有分类报道、尚未开展寄生性研究的美国白蛾蛹期天敌还有白蛾圆腹啮小蜂(*Aprostocetus magniventer* Yang)、野蚕黑瘤姬蜂(*Coccygomimus luctuosus* Smith)、粘虫白星姬蜂(*Vullichneumon leucaniae* Uchida)、条纹追寄蝇(*Exorista fasciata* Fallen)和蓝黑栉寄蝇(*Pales pavidus* Meigen)等5种<sup>[5, 10]</sup>。因此,我国美国白蛾蛹期寄生性天敌昆虫已多达21种。

### 1.2 对美国白蛾的寄生和控制作用

16种蛹期主要寄生性天敌昆虫对美国白蛾的寄生和控制作用的比较结果见表1。从表1可以看出,在8篇参考文献中出现频率较高(5次以上)、研究报道地区较多的约有7种,分别为白蛾派姬小蜂、白蛾周氏啮小蜂、白蛾黑棒啮小蜂等3种群寄生天敌和舞毒蛾黑瘤姬蜂、日本追寄蝇、康刺腹寄蝇和广大腿小蜂等4种单寄生天敌,它们对美国白蛾的越冬蛹和夏季蛹(第1代蛹)具有较高的自然寄生率,为蛹期优势寄生性天敌;细线细颚姬蜂、白蛾黑

基啮小蜂及白蛾短角啮小蜂等3种天敌的自然寄生率约为1%—2%,具有一定的开发利用价值。但因研究报道较少,它们的寄生能力尚有待进一步研究;其余6种天敌寄生率均低于1%,对美国白蛾寄生能力不强。

白蛾派姬小蜂属膜翅目(Hymenoptera)姬小蜂科(Eulophidae),对越冬蛹的平均自然寄生率为1.84%—3.17%,在河北秦皇岛高达8.41%,而对夏季蛹仅为0.46%—1.09%,表明该蜂对越冬蛹的寄生能力高于夏季蛹<sup>[1-2, 4, 8]</sup>;平均每头寄主蛹中羽化出的子代蜂数为53—62头,河北秦皇岛高达103头<sup>[2, 4, 6, 8]</sup>;平均性比为(1.24—2.78):1<sup>[1-2, 4, 6, 8]</sup>。白蛾周氏啮小蜂属膜翅目姬小蜂科,在辽宁对越冬蛹的平均寄生率为2.60%—8.94%,在河北、山东为13.25%—13.40%,而对夏季蛹则为4.75%—9.56%,表明该蜂对越冬蛹的寄生能力也高于夏季蛹<sup>[1-4, 7-8]</sup>;子代蜂数为124—200头,河北秦皇岛高达245头<sup>[2, 4-8]</sup>;平均性比为(46.38—74.56):1<sup>[1-2, 4]</sup>。白蛾黑棒啮小蜂属膜翅目姬小蜂科,对越冬蛹的平均寄生率仅为0.068%—0.48%,低于对夏季蛹的寄生率(0.47%—2.78%),表明其寄生能力低于上述2种寄生蜂<sup>[2, 4, 8]</sup>;子代蜂数为140—160头,最高可达349头<sup>[2, 4, 6-8]</sup>;平均性比为(3.76—10.01):1<sup>[2, 4, 6-8]</sup>(见表1)。因此,3种蛹期优势群寄生天敌对美国白蛾的寄生能力和控制作用,以白蛾周氏啮小蜂最强,白蛾派姬小蜂次之,白蛾黑棒啮小蜂较弱。

舞毒蛾黑瘤姬蜂属膜翅目姬蜂科(Ichneumonidae),营单寄生<sup>[2, 4-8]</sup>。该蜂在辽宁对越冬蛹的平均寄生率为5.88%—10.22%,沈阳皇姑区最高可达13.95%,高于河北、山东等地(4.27%—4.64%)<sup>[1-4, 8]</sup>;辽宁大连地区对夏季蛹的平均寄生率为9.84%,也高于河北、山东等地(0.33%—2.01%)<sup>[2, 4, 8]</sup>;平均性比为(2.78—4.57):1<sup>[1-3, 6-8]</sup>。日本追寄蝇属双翅目(Diptera)寄蝇科(Tachinidae),营单寄生<sup>[2, 4-6, 8]</sup>。该寄蝇在辽宁对越冬蛹的平均寄生率(3.65%—6.81%,沈阳大东区最高可达9.79%)高于河北、山东等地(0.84%—2.26%),对夏季蛹的平均寄生率为1.78%—2.81%<sup>[1, 3-5, 8]</sup>;平均性比为(1—3.25):1<sup>[1, 3]</sup>。康刺腹寄蝇属双翅目寄蝇科,营单寄生或多寄生<sup>[2, 5, 8]</sup>。该寄蝇对越冬蛹的平均寄生率为2.06%—5.08%,沈阳大东区最高可达7.36%<sup>[1-3, 8]</sup>;

表 1 美国白蛾蛹期主要寄生性天敌昆虫种类及其对美国白蛾的寄生和控制作用

调查项目	调查地区	天敌昆虫种类															寄生率/%	参考文献
		舞毒蛾黑瘤姬蜂	稻苞虫黑瘤姬蜂	弄蝶黑瘤姬蜂	细线姬蜂	白蛾派姬小蜂	日本追寄蝇	康刺腹寄蝇	白蛾周氏啮小蜂	白蛾黑棒啮小蜂	白蛾黑基啮小蜂	山东白蛾啮小蜂	白蛾短角啮小蜂	广大腿小蜂	金小蜂	黑青金小蜂		
平均自然寄生率/%	辽宁沈阳兴城等	5.88(13.95)				1.84(6.73)	3.65(9.79)	2.06(7.36)	2.60(12.44)								13.47(28.51)	1
	辽宁大连越冬蛹	9.84	0.34			3.17	3.10		8.10	0.068				✓			24.61(44.27)	2
	辽宁大连夏季蛹	9.84	0.46			6.48	4.75										21.53(32.43)	2
	辽宁辽阳	10.22(15.0)					6.81(8.0)	5.08(7.0)	8.94(12.7)								29.78	3
	河北秦皇岛越冬蛹	4/64			✓	8.41	0.84		13.40	0.48	✓		✓		✓		27.77(42.08)	4
	河北秦皇岛夏季蛹	2.01				1.09	2.81		5.00	0.47				3.39			14.79(32.43)	4
	河北廊坊	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			24.62(越冬)	5
	天津	✓				✓	✓		✓	✓				✓			21.51(1代)	6
	山东烟台	10.00	✓	✓		✓	(20)	✓	13.25(越冬)	2.78		✓		✓				7
	山东聊城越冬蛹	4.27	0.08	0.16	✓	2.37	2.26	✓	13.25	0.37		0.37					24.18(43.15)	8
平均寄生率/头	山东聊城夏季蛹	0.33		0.22	✓	0.67	1.78		9.56	2.78			1.06				15.33(26.63)	8
	文献(地区)出现频率	8	4	2	3	6	8	6	8	6	2	3	2	6	1	1	2	
	辽宁大连	1	1			62(154)	1	1,或>1	124(437)	18-248				1				2
	河北秦皇岛	1			1	103	1		245	140	78		5	1	5	55	4	4
	河北廊坊	1	1		1		1	1	200(302)	46.5	115	78	6	1			10-30	5
	天津	1				53(147)	1		124-365	18-248				1				6
	山东烟台	1							124-365	160								7
	山东聊城	1	1	1	1	62-154	1	1,或-1	124-365	118-248		48-115		1极少				8
	辽宁沈阳兴城等	4.57:1				1.32:1	1:1	3:1	46.38:1									1
	辽宁大连	2.78:1				2.78:1 (13.6:1)			74.6:1 (249:1)	3.76:1				6.39:1				2
平均性比(♀:♂)	辽宁辽阳	3.27:1					3.25:1	2.65:1	11.28:1								3	
	河北秦皇岛					1.24:1			74.56:1	10.01:1	8.07:1				1.11:1	1.06:1	1.09:1	4
	天津	3.54:1				1.88:1			44.95:1	3.76:1				6.39:1				6
	山东烟台	2.78:1							21.16-95:1	7:1								7
	山东聊城	2.78:1				(2.78-13.6):1			21.16-95:1	3.76:1		3.2:1		6.39:1				8

( )内数值为调查地区内发现的最高寄生率、子代数或性比; ✓代表天敌在该地区有分布,但未对寄生性率进行调查;细线姬蜂和2种寄生蝇为幼虫-蛹跨期寄生性天敌

平均性比为(2.65—3):1<sup>[1,3]</sup>。广大腿小蜂属膜翅目小蜂科(Chalcididae),是小蜂科天敌昆虫中少见的单寄生天敌,绝大多数营单寄生,极少数寄主有出2头蜂的现象<sup>[2,4-6,8]</sup>。多寄生于夏季蛹,平均寄生率1.06%—3.39%,而在越冬蛹中未发现寄生现象<sup>[2,4,8]</sup>,表明其寄生能力低于上述3种寄生天敌;性比为6.39:1<sup>[2,6,8]</sup>(见表1)。因此,4种蛹期优势单寄生天敌对美国白蛾的寄生能力和控制作用,以舞毒蛾黑瘤姬蜂最强,2种寄生蝇次之,广大腿小蜂较弱。

上述地区各种寄生性天敌对美国白蛾越冬蛹的平均总寄生率,除辽宁沈阳等地较低(13.47%)外,其他地区较高,为24.18%—29.78%,调查地块最高可达44.27%;对夏季蛹的平均总寄生率为14.79%—21.53%,调查地块最高可达32.43%(见表1)。因此,天敌总寄生情况的研究结果也证实了上述主要寄生性天敌昆虫对美国白蛾蛹具有良好的寄生效果,对越冬蛹的总寄生效果均优于夏季蛹。

## 2 舞毒蛾黑瘤姬蜂研究进展

从上述美国白蛾蛹期寄生性天敌昆虫研究结果来看,7种优势天敌中以白蛾周氏啮小蜂、白蛾派姬小蜂、舞毒蛾黑瘤姬蜂、日本追寄蝇和康刺腹寄蝇5种天敌对美国白蛾蛹寄生和控制能力较强。根据它们对越冬蛹平均自然寄生率的比较与分析结果,5种天敌寄生能力由高至低的大致次序为舞毒蛾黑瘤姬蜂>白蛾周氏啮小蜂>日本追寄蝇>康刺腹寄蝇>白蛾派姬小蜂<sup>[1-2,4,7-8]</sup>。白蛾周氏啮小蜂已获得成功应用<sup>[6,11]</sup>,舞毒蛾黑瘤姬蜂生物学与人工繁殖利用的初步研究结果已见报道<sup>[12-13]</sup>,而白蛾派姬小蜂和2种寄生蝇因尚未找到合适替代寄主,仅可进行小量繁育释放或人工助迁,扩大其分布范围<sup>[6]</sup>。因此,舞毒蛾黑瘤姬蜂是目前防治生产上最具潜在开发利用价值的优秀天敌昆虫。

### 2.1 分布、寄主与寄生率

舞毒蛾黑瘤姬蜂国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、北京、河北、山东、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、上海、江苏、安徽、浙江、江西、福建、湖南、云南、贵州、四川、新疆、青海、西藏等地,国外分布于日本、朝鲜、蒙古、俄罗斯和印度<sup>[12-15]</sup>。

据文献记载,在我国已知舞毒蛾黑瘤姬蜂的寄主共有47种,为多种鳞翅目害虫。除美国白蛾外,还有丝棉木巢蛾(*Yponomeuta minuellus*)、苹果巢蛾

(*Y. padella*)、卫矛巢蛾(*Y. polystigmellus*)、桑透翅蛾(*Panadoxecia pieli*)、茶蓑蛾(*Cryptothoelela minuscula*)、大蓑蛾(大袋蛾)(*C. variegata*)、梨星毛虫(*Illiberis pruni*)、梨小食心虫(*Grapholitha molesta*)、棉褐带卷蛾(*Adoxophyes orana*)、黄色卷蛾(*Choristoneura longicellana*)、褐卷蛾(*Pandemis heparana*)、落叶松卷蛾(*Ptycholomoides aeriferanus*)、松线小卷蛾(*Zeiraphera grisecana*)、杨卷叶蛾(*Botyodes diniasalis*)、枣镰翅小卷蛾(*Ancylis sativa*)、黄翅缀叶野螟(*Botyodes diniasalis*)、微红梢斑螟(*Dioryctria rubella*)、果梢斑螟(*D. pryeri*)、玉米螟(*Ostrinia nubilalis*)、亚洲玉米螟(*O. furnacalis*)、油茶枯叶蛾(*Lebeda nobilis*)、(黄褐)天幕毛虫(*Malocosoma neustria*)、马尾松毛虫(*Dendrolimus punctata*)、赤松毛虫(*D. spectabilis*)、落叶松毛虫(*D. superans*)、油松毛虫(*D. tabulaeformis*)、橿蚕(*Philosamia cynthia*)、蜻态尺蠖(*Cystidia stratonice*)、丝棉木金星尺蠖(*Abraxas suspecta*)、杨扇舟蛾(*Clostera anachoreta*)、臭椿皮蛾(*Eligma narcissus*)、细皮夜蛾(*Selepa celtis*)、舞毒蛾(*Lymantria dispar*)、侧柏毒蛾(*Parocneria furva*)、古毒蛾(*Orgyia antiqua*)、灰斑古毒蛾(花棒毒蛾)(*O. ericae*)、雪毒蛾(杨毒蛾)(*Stilpnotia salicis*)、鼎点金刚钻(*Earias cupreoviridis*)、粉缘金刚钻(柳金刚钻)(*E. pudicana*)、稻苞虫(稻弄蝶)(*Parnara guttata*)、山楂粉蝶(*Aporia crataegi*)、菜粉蝶(*Pieris rapae*)、多点菜粉蝶(*P. canidia*)、柑桔凤蝶(*Papilio xuthus*)、白绢蝶(*Parnassius glacialis*)<sup>[2,13-20]</sup>。此外,笔者还初步发现杨小舟蛾(*Micromelalopha troglodyta*)也为其寄主(内部研究资料,待发表)。

舞毒蛾黑瘤姬蜂对不同寄主蛹的寄生率差异较大。研究发现,该蜂在鲁东南和苏北地区的主要寄主为臭椿皮蛾、大袋蛾、赤松毛虫、凤蝶,以对臭椿皮蛾蛹的寄生率最高,达52.33%,对其他3种害虫的寄生率分别为2.56%、3.98%和1.92%<sup>[12-13]</sup>;在北京延庆县永宁镇,对舞毒蛾的寄生率达到了24.30%,由于舞毒蛾1a发生1代,以卵越冬,且卵期较长,因此该蜂必须寻找其他转主寄主蛹寄生,并在其体内越冬,才能保持种群的延续。研究发现,该蜂在北京地区的转主寄主有油松毛虫、黄褐天幕毛虫、杨扇舟蛾、臭椿皮蛾、橿蚕、丝棉木金星尺蠖、侧柏毒蛾等<sup>[20-21]</sup>;在内蒙古对灰斑古毒蛾蛹的寄生率为1.98%<sup>[17]</sup>;在上海对菜粉蝶越冬蛹的寄



生率为 1.6%—2.2%<sup>[22]</sup>;在辽宁沈阳对苹果巢蛾蛹的寄生率一般为 8%—12%,最高年份为 25%—30%<sup>[23]</sup>;在晋中地区,该蜂为梨小食心虫的优势天敌,8 月中旬前种群维持在较稳定水平(寄生率 20%—40%),中旬后种群数量明显升高(40%—70%)<sup>[18]</sup>。因此,上述已研究的寄主害虫中,舞毒蛾黑瘤姬蜂可能较喜爱寄生(寄生率较高)的害虫,除美国白蛾外,还有臭椿皮蛾、舞毒蛾、苹果巢蛾、梨小食心虫等。

## 2.2 生物学特性与人工繁殖利用

国内学者对舞毒蛾黑瘤姬蜂生物学特性进行初步研究的结果表明,该蜂在山东烟台 1 a 发生 4—5 代,在鲁东南(日照)和苏北地区发生 5 代,以幼虫在寄主蛹内越冬。各代成蜂羽化期因 2 地气温差异而变化,在烟台地区越冬幼虫于 3 月下旬 4 月初在寄主蛹内变为预蛹,1—2 d 后化蛹,蛹期 24—30 d,平均 27 d,4 月下旬越冬代成蜂开始羽化,第 1 代成蜂 5 月底至 6 月上中旬羽化,此后在 7 月中下旬、8 月中下旬及 9—10 月间均可见到成虫<sup>[15]</sup>。在鲁东南和苏北地区,越冬幼虫于 12 月中旬开始化蛹,翌年 1 月中旬为化蛹盛期,3 月上旬越冬代成蜂开始羽化,而此时大袋蛾越冬幼虫也开始化蛹,表明第 1 代寄主为大袋蛾越冬代蛹,6 月 1 日第 1 代成蜂从饲养的大袋蛾蛹中羽化出,据此推算第 1 代发育历期约 86 d;第 1 代成蜂羽化后在赤松毛虫蛹上产卵,7 月 15 日第 2 代成蜂从赤松毛虫蛹中羽化出,第 2 代发育历期约 45 d;第 2 代成蜂羽化后在凤蝶蛹上产卵,8 月 23 日第 3 代成蜂羽化,第 3 代历期约 40 d;第 3 代成蜂羽化后寻找寄主(文献未记载)产卵,9 月下旬 10 月上旬第 4 代成蜂羽化,第 4 代历期约 44 d;第 4 代成蜂羽化后在臭椿皮蛾蛹内产卵并孵化为幼虫,11 月上旬起以幼虫在寄主蛹内越冬<sup>[12]</sup>。由此可见,烟台地区越冬代和第 1—2 代成蜂羽化期均晚于鲁东南地区,但第 3—4 代 2 地基本持平。越冬代的生长发育处于立冬到立春期间,发育历期较长,卵期平均 8.4(6—11) d 左右,幼虫期平均 83(67—87) d 左右,蛹期平均 68(57—80) d 左右,越冬代全历期为 170.2 d<sup>[12]</sup>;而第 1—4 代卵历期约 8 d,幼虫历期 9—11 d,蛹历期 7—8 d<sup>[12, 24-25]</sup>。

成蜂多于 8:00—9:00 羽化,羽化后先在寄主蛹壳头部上前端咬 1 直径约 4 mm、边缘有缺刻的圆孔,从孔中爬出后约 1 h 即可飞翔,并有一定的趋光性<sup>[12-13]</sup>。成蜂个体一般在 1 cm 以上<sup>[14]</sup>,从野外采

集的美国白蛾越冬蛹和室内饲养的蛹中羽化的雌蜂平均体长分别为(1.14±0.02), (1.25±0.03) cm,雄蜂平均体长分别为(1.15±0.01), (1.17±0.02) cm,2 种来源的雌蜂体长存在显著差异,而雄蜂无显著差异<sup>[15]</sup>。成蜂寿命一般在约 30(25—40) d<sup>[13, 24-25]</sup>,越冬代成蜂寿命仅 10.8(9—12) d 左右<sup>[12]</sup>。将雌雄蜂于室内自然条件下给予补充营养并分开饲喂的寿命分别为(37.00±3.04), (26.48±1.78) d,同样饲养条件下雌雄混合饲喂的寿命为(39.75±1.67), (37.84±1.77) d,同等条件雌雄混合饲喂并加入寄主美国白蛾蛹的寿命为(41.40±5.95), (22.10±4.36) d。不同处理间雌蜂寿命没有显著差异,以雌雄蜂混合饲喂并加入寄主蛹的寿命最长;雌雄分开饲喂和雌雄混合饲喂并提供寄主蛹的 2 处理间雄蜂寿命也无显著差异,但这 2 处理的雄蜂寿命要显著短于仅用雌雄混合饲喂且不提供美国白蛾蛹处理的雄蜂寿命<sup>[15]</sup>。成蜂羽化当日即可交配,交配历时 35—60 s。雌蜂产卵前期为 3—4 d(有报道为 5—7 d),产卵时体直立并拱起腹部,将产卵管刺入寄主蛹内,分多次单产于预蛹或蛹内,产卵后雌蜂常取食刺孔处的分泌液,并围寄主茧爬 1 圈即飞走。每头雌蜂平均产卵 32 粒,最多可产卵 199 粒<sup>[12-13, 24-25]</sup>。幼虫孵化后取食寄主蛹液,约 15 d 寄主蛹死亡,蛹液逐渐变稀,且有臭味。冬至前越冬代幼虫可将寄主蛹液食净,并在蛹壳内发育完成越冬代<sup>[12]</sup>。研究发现,在被寄生美国白蛾蛹中,带茧蛹寄生率要明显高于不带茧蛹,这可能是蛹茧中含有某种可吸引该蜂产卵的挥发性物质<sup>[15]</sup>。该蜂还可从古毒蛾追寄蝇(*Exorista larvarum*)蛹中育出,表明其可能为重寄生蜂<sup>[17]</sup>。

综上所述,舞毒蛾黑瘤姬蜂成虫具有个体大、寿命长、产卵量高、飞翔能力强和中间转主寄主多及对美国白蛾蛹寄生率高等优良生物学特性,但有关其人工繁殖利用的研究,目前仅见 1 件发明专利。魏建荣等以美国白蛾新鲜蛹为寄主,将寄主半埋入润湿沙土中(起保湿和固定蛹体供雌蜂产卵的作用),置于饲养纱笼内,并引入雌雄蜂让其在纱笼内于室温和自然光照条件下配对、交配和产卵寄生。取出寄主蛹置于 21—28 ℃、相对湿度为 50%—70% 的条件下,培养羽化出下一代舞毒蛾黑瘤姬蜂。该发明方法不受季节限制,可在室内人工大量繁殖,从而保证了长期大量的供应源,为生物防治美国白蛾等鳞翅目食叶害虫提供寄生蜂蜂源<sup>[13]</sup>。

### 3 展望

美国白蛾自2010年起传入江苏连云港、徐州、宿迁和盐城等地以来,疫情迅速扩散蔓延,在应用化学防治手段控制其危害的同时,全省多地已开始应用白蛾周氏啮小蜂开展生物防治,但受天敌品种单一、大面积林相单一、生物多样性较低等因子制约,生物防治成效往往不明显,迫切需要不断研发天敌新产品来提高防治效果<sup>[26-27]</sup>。据笔者初步调查,徐州地区美国白蛾蛹期主要寄生性天敌有舞毒蛾黑瘤姬蜂、白蛾周氏啮小蜂、白蛾黑基啮小蜂、日本追寄蝇和广大腿小蜂等,对越冬蛹的总寄生率达36.36%(内部资料)。美国白蛾蛹期7种优势寄生性天敌的研究结果已证实了舞毒蛾黑瘤姬蜂在防治生产上最具潜在开发利用价值,因此,研发舞毒蛾黑瘤姬蜂的人工繁育与释放技术具有现实意义。

舞毒蛾黑瘤姬蜂作为多种鳞翅目害虫蛹的单寄生蜂,其生物学和繁殖利用的初步研究结果已证实该蜂具有诸多优良生物学特性,因此,今后可尝试以美国白蛾蛹为寄主人工规模化繁育,用于生物防治美国白蛾和舟蛾类食叶害虫。研发内容与方向:一是解决规模化繁殖天敌所需大量替代寄主蛹问题,室内可利用美国白蛾最喜食树种——桑树<sup>[28]</sup>等天然食料大量饲养获得美国白蛾新鲜蛹,或林间于老熟幼虫期采用树干束草把法逐日收集新鲜蛹;二是在研究掌握该蜂生长、发育、行为等生物学与行为学特性及其对美国白蛾等寄主蛹寄生机制的基础上,进一步研发该蜂人工规模化繁殖技术;三是研究林间释放技术特别是与白蛾周氏啮小蜂、白蛾黑基啮小蜂等群寄生蜂配套应用的释放技术,进一步探索美国白蛾蛹期优势天敌的人工利用对策。笔者在长期开展利用白蛾黑基啮小蜂生物防治杨小舟蛾技术研发的同时<sup>[29]</sup>,初步研究了该蜂对美国白蛾蛹的寄生效果,室内以美国白蛾蛹为寄主和1:3的蛹蜂比繁育该蜂,平均寄生率和出蜂率分别为32.67%和30.66%,表明该蜂在美国白蛾防治上也具有较好的应用前景(内部资料)。美国白蛾蛹期多种优势天敌对越冬蛹的寄生效果均优于夏季蛹,且防治越冬蛹可有效降低翌年害虫发生基数,因此,释放天敌防治越冬蛹是提升生物防治成效的有效途径之一。目前生产上一般于5—8月采用柞蚕蛹为替代寄主,工厂化繁育2次白蛾周氏啮小蜂或白蛾黑基啮小蜂,分别用于防治美国白蛾的第1代

和2代蛹,而9月繁育越冬代防治所需的啮小蜂,却往往受到柞蚕蛹来源的限制(柞蚕蛹一般每年1次性购于11月,冷藏保存至翌年备用,至9月繁蜂时因贮存时间过长,其品质严重减退,繁蜂效率极低)而难以实现大量繁殖,使得越冬蛹的生物防治变得较为困难。以美国白蛾蛹为寄主繁育舞毒蛾黑瘤姬蜂技术不受季节限制,可在室内人工大量繁殖并保证长期供应<sup>[13]</sup>,从而解决了上述越冬蛹防治难题。徐州地区主要森林害虫除美国白蛾外,还有舟蛾类食叶害虫和侧柏毒蛾等,常见害虫有臭椿皮蛾、黄翅缀叶野螟、橿蚕、丝棉木金星尺蠖、柑桔凤蝶、稻弄蝶和菜粉蝶等,均为该蜂的转主寄主,为其在林间建立自然种群奠定了基础。该蜂成虫寿命长,活力强,可在林间3代美国白蛾蛹期直接释放成蜂,并与啮小蜂等天敌混合释放,配套应用,同时还可采用美国白蛾蛹少量繁育,释放其他蛹期天敌进行人工助迁。这样既可增加林间天敌种类,提高其种群数量与总寄生效果,又可发挥舞毒蛾黑瘤姬蜂中间寄主多的优势,使其在生物多样性较高的复杂生境中逐步建立自然种群,维持天敌与害虫间的生态平衡,实现持续控制美国白蛾和杨树食叶害虫的防控目标。

#### 参考文献:

- [1] 王 一,郭芳琴,许 哲,等.美国白蛾越冬蛹主要寄生性天敌的研究[J].沈阳农业大学学报,2010,41(6):686-689.
- [2] 杨秀卿,魏建荣,杨忠岐.大连地区美国白蛾寄生性天敌昆虫[J].中国生物防治,2001,17(1):40-42.
- [3] 舒 红.辽阳地区美国白蛾越冬蛹寄生天敌调查分析[J].中国林业产业,2016(5):230.
- [4] 乔秀荣.秦皇岛市美国白蛾天敌调查研究[J].中国森林病虫,2007,26(3):30-31,34.
- [5] 张彦龙.廊坊地区美国白蛾天敌昆虫资源调查及其生物防治[D].北京:北京林业大学,2008:8-42.
- [6] 庞建军,杨忠岐,周荣艳.美国白蛾寄生性天敌昆虫利用技术[J].中国森林病虫,2001,20(S1):27-28.
- [7] 曲花荣,逢焕臣,邵凌松,等.烟台地区几种鳞翅目食叶害虫天敌的研究[J].山东林业科技,2006(2):44-45.
- [8] 岳喜强,张贵民,姜秀芹,等.聊城地区美国白蛾天敌种类调查及寄生性研究[J].山东农业科学,2016,48(6):95-98.
- [9] 张晓东,刘守柱.不同时期美国白蛾蛹的死亡率研究[J].聊城大学学报(自然科学版),2011,24(3):51-54.
- [10] 冉瑞碧,赵得金.陕西美国白蛾(*Hyphantria cunea* Drury)的寄生性天敌昆虫[J].西北农业大学学报,1989,17(3):93-95.
- [11] 魏建荣,杨忠岐,王传珍,等.天敌昆虫对美国白蛾的生物控制研究[J].林业科学,2004,40(2):90-95.
- [12] 王昌贵,于振伟,尹衍民.舞毒蛾黑瘤姬蜂生物学特性初报

- [J]. 山东林业科技, 1996(5): 32-33.
- [13] 魏建荣, 王建军, 吴海山, 等. 一种舞毒蛾黑瘤姬蜂的人工繁殖方法: 102885008[P]. 2013-01-23.
- [14] 何俊华, 陈学新, 马 云. 中国经济昆虫志: 第五十一册, 膜翅目姬蜂科[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 157-159.
- [15] 王建军. 以大蛾卵跳小蜂为主的舞毒蛾寄生蜂繁育研究[D]. 保定: 河北大学, 2013: 10-51.
- [16] 何俊华, 马 云. 中国姬蜂科寄主新记录: 二[J]. 浙江农业大学学报, 1982, 8(1): 26.
- [17] 李海燕, 宗世祥, 盛茂领, 等. 灰斑古毒蛾寄生性天敌昆虫的调查[J]. 林业科学, 2009, 45(2): 167-170.
- [18] 张 纯, 尤希宇, 赵龙龙, 等. 晋中梨小食心虫寄生性天敌昆虫调查[J]. 山西农业科学, 2012, 40(4): 389-392.
- [19] SHENG M L, ZHAO R X. Species of Ichneumonidae (Hymenoptera) parasitizing *Orgyia ericae* with description of a new species [J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2012, 37(3): 606-610.
- [20] 李镇宇, 姚德富, 陈永梅, 等. 北京地区舞毒蛾寄生性天敌昆虫及其转主寄主的研究[J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(5): 39-42.
- [21] 冯继华, 闫国增, 姚德富, 等. 北京地区舞毒蛾天敌昆虫及其自然控制研究[J]. 林业科学, 1999, 35(2): 50-56.
- [22] 何继龙, 王柏生, 李秀美. 上海菜粉蝶寄生性天敌昆虫考查及生物学特性初步研究[J]. 上海农学院学报, 1983, 1(1): 5-20.
- [23] 方 岩. 沈阳地区苹果巢蛾寄生性天敌研究: I 姬蜂科[J]. 辽宁林业科技, 2000, 27(6): 5(19).
- [24] RAO V P. Survey for natural enemies of gypsy moth, July 25, 1961 to July 24, 1966 [R]. Final Technical Report, Commonwealth Institute of Biological Control West Indian Station, Bangalore, 1966.
- [25] GUPTA, V. The Ichneumonid parasites associated with the gypsy moth (*Lymantria dispar*) [J]. Contributions of American Entomological Institute, 1983, 19(7): 1-168.
- [26] 徐 明, 唐登东, 张利华, 等. 美国白蛾在江苏北部的发生规律及防治适期初步研究[J]. 江苏林业科技, 2013, 40(3): 15-17, 57.
- [27] 王虎诚, 杜 伟, 宋明辉, 等. 释放白蛾周氏啮小蜂生物防治美国白蛾试验[J]. 江苏林业科技, 2016, 43(2): 24-27.
- [28] 韩鸣花, 吴 晶, 宋 杰, 等. 3 种食料植物饲养美国白蛾的比较[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(10): 145-146.
- [29] 郭同斌, 王虎诚, 徐克勤, 等. 白蛾黑基啮小蜂的人工繁殖及其对杨小舟蛾的防治效果[J]. 南京农业大学学报, 2010, 33(5): 81-86.

(上接第 34 页)

与黄色之间的显隐性关系。在所有花色类型的亲本中, 与 my 母本及 my 父本存在相关性的品种花色类型最多, 分别为 10 种和 11 种花色的品种, dr 母本、dy 父本、yb 父本也与较多的花色类型的品种存在显著相关性, 显示这些亲本对品种的花色影响较大。而与 m 母本及 m 父本存在相关性的品种花色类型很少, 分别只有 1 种, 说明 m 亲本对品种花色的影响比较小。从品种角度看, 与 ab 品种存在相关性的母本或父本的花色类型最多, 均有 8 种花色类型, 与 pb 品种存在相关性的母本或父本花色类型最少, 分别为 0 种和 1 种, 说明这些花色类型的品种受亲本花色的影响是不一样的, 在选择育种亲本时就要有一定的针对性。

本文通过对已有育种成果的统计分析, 从群体水平了解不同花色的亲本数量(百分比)与不同花色的品种数量的相关关系, 可以得到如下结论: (1) 各种花色品种与相同花色或同一色系的亲本在数量上存在一定的正相关关系; (2) 红色系品种和黄色系亲本之间、黄色系品种和红色系亲本之间多存

在一定的负相关; (3) 黄色系亲本对品种花色的影响相对较大; (4) 粉色混合色类型的品种受亲本花色的影响较小。

#### 参考文献:

- [1] YONG M A, SCHORR P. Modern Roses 12[M]. Shreveport: The American Rose Society, 2007.
- [2] 汪有良, 董筱筠. 微型月季品种与其亲本的花色关系分析[J]. 江苏林业科技, 2015, 42(4): 22-27.
- [3] 张佐双, 朱秀珍. 中国月季[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [4] 王丽娜, 刘青林. 月季主要性状的遗传规律[J]. 现代园林, 2008(6): 79-83.
- [5] 张 杰. 南阳月季资源调查及主要性状的遗传规律研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014.
- [6] 田 钧. 月季杂交的遗传现象[J]. 花卉园林, 1997(1): 18.
- [7] MARSHALL H H, CAMPBELL C G, COLLICUTT L M. Breeding for anthocyanin colors in Rosa[J]. Euphytica, 1983, 32(1): 205-216.
- [8] DE VRIES D P, GARRETSEN F, DUBOIS L A M, et al. Breeding Research on rose Pigments. II. Combining ability analyses of variance of four flavonoids in F1 populations[J]. Euphytica, 1980, 29(1): 115-120.