

# 不同产地白蜡虫 (*Ericerus pela* Chavannes) 产卵期天敌的种类及其群落结构研究

焦 懿, 赵 苹

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650216)

**摘要:** 白蜡虫雌虫产卵期是白蜡虫生产的关键时期。在我国白蜡主产地区, 选择有代表性的 4 个种虫产地, 2 个白蜡产地和 4 个虫蜡混产地, 调查群落中白蜡虫天敌的物种组成和数量变化, 并进行聚类分析和排序。在 10 个白蜡主产地内, 共收集到各种天敌 15 种, 分属于 6 科 11 属。各群落的物种组成变化较小, 优势种为白蜡虫花翅跳小蜂 *Microterys ericeri* Ishii、中华花翅跳小蜂 *M. sinicus* Jiang、白蜡虫啮小蜂 *Tetrastichus kodaikanalensis* Saraswat、白蜡蚧长角象 *Anthribus lajievorus* Chao 和黑缘红瓢虫 *Chilocorus rubidus* Hope。群落的优势集中指数较小, 多样性指数和均匀性指数较高。群落相似性系数最高达 97.46%, 最低为 75.92%。影响群落相似性的主要因子为白蜡产区不同、生态环境差异和优势种天敌的数量变化。根据聚类分析和排序, 将 10 个不同产地白蜡虫天敌群落分为 3 类: 第 1 类为种虫产地, 优势种天敌发生和危害较轻; 第 2 类为白蜡产地, 白蜡虫天敌发生和危害极为严重, 其种群数量为第 1 类的 3.36 倍; 第 3 类虫蜡皆产, 其天敌数量介于第 1、2 类之间。中华花翅跳小蜂种群数量在第 1、3 类群落中大致相等, 第 2 类发生较重。白蜡虫天敌的严重危害是造成蜡区不产种虫的主要原因之一。

**关键词:** 白蜡虫; 天敌; 物种组成; 群落结构; 聚类分析; 排序

## The species and community structure of white wax insect natural enemy in different production area in the oviposition period

JIAO Yi, ZHAO Ping (The Research Institute of Economic Insects, CAF, Kunming, 650216, China)

**Abstract:** The oviposition period of white wax insect is the key period of white wax production. The species and numbers of its natural enemy were investigated in the 10 main production areas in the oviposition period of white wax insect. The results showed that there were 15 natural enemy species of white wax insect in the 10 communities. The dominants were *Microterys ericeri* Ishii, *M. sinicus* Jiang, *Tetrastichus kodaikanalensis* Saraswat, *Anthribus lajievorus* Chao and *Chilocorus rubidus* Hope. The aggregation index was relatively low in the 10 communities, but the diversity index and evenness index were high. The highest coefficient of community similarity was 97.46%, and the lowest coefficient was 75.92%. The main factors interfering with community similarity were the production area, ecological environment and different numbers of the dominants in different community. The 10 communities were divided into three groups by a systematic clustering analysis and two-dimensional ordination. The first group is in the production area of the female white wax insect, the number of its natural enemy were relatively few. The second is in the production area of white wax, where the natural enemy number was much more than the first group. The third is in production area of both female white wax insect and white wax, the dominant natural enemy number was between the 1st and 2nd groups. The natural enemy harm of white wax insect is an important factor to cause that the white wax can not produce female seed insect, in some production areas.

**Key words:** white wax insect; natural enemy; species; community structure; clustering analysis; ordination

基金项目: 云南省应用基础基金资助项目

收稿日期: 1999-09-09; 修回日期: 2000-05-10

作者简介: 焦懿, 男, 博士。主要从事昆虫生态学研究。

文章编号:1000-0933(2001)07-1148-05 中图分类号:Q968 文献标识码:A

白蜡虫 *Ericerus pela* Chavannes 是重要的林业资源昆虫,原产于中国,其雄幼虫分泌的白蜡,具有熔点高、光泽好、理化性质稳定、能防潮、隔湿、润滑、着光等特点,广泛用于医药、冶金、化工、机械制造等行业。我国放养白蜡虫已有千余年历史,种虫和白蜡产量均占世界第一位<sup>[1]</sup>。种虫生产是白蜡生产的一个极为重要的环节,白蜡产量的高低在很大程度上决定于种虫的产量和质量。在白蜡虫雌虫的生长发育期间,受到各种天敌的危害,使得种虫的产量和质量大幅度下降<sup>[2~7]</sup>。白蜡虫雌虫产卵期是种虫生产的关键时期,作者通过对 10 个我国主要白蜡生态系统中白蜡虫产卵期天敌的种类组成、多样性指数和群落相似性进行研究,初步明确了各产区天敌的发生和危害情况,为白蜡虫天敌的防治提供了一定的理论依据,现将结果整理如下。

## 1 研究方法

### 1.1 调查方法

根据白蜡产区特点,选择有代表性的 4 个种虫产地(炎山、万和、喜德和金口河),2 个白蜡产地(峨眉和芷江),4 个虫蜡混产地(宁强、安康、昆明和晋城)共 10 个白蜡虫生态系统,调查系统中寄生性天敌和捕食性天敌的种类和数量。

**1.1.1 白蜡虫寄生性天敌调查** 在白蜡虫产卵期间,每 10 d 田间取样 1 次,在生态系统中随机选取 50 株寄主树,每株树上随机选取 50 个雌蜡虫卵囊,将一小段寄主树枝连同卵囊一起剪下,装入预先编号的试管中,带回室内饲养,收集羽化出来的寄生性天敌(包括寄生蜂和白蜡蚧长角象),鉴定其种类,并检查各个卵囊中每种寄生性天敌的数量。共调查 3 次。

**1.1.2 白蜡虫捕食性瓢虫调查** 在白蜡虫产卵期,每 10 d 田间取样 1 次,每次在白蜡虫生态系统中随机选取 50 株寄主树,每株树随机取 5 个枝条,检查各枝条上瓢虫种类、数量和白蜡虫卵囊数。共调查 3 次。

### 1.2 数据处理

**1.2.1 白蜡虫天敌群落结构参数计算** 根据田间调查结果,计算出每个群落中平均 10 个卵囊所含各种天敌的数量,并进一步计算出群落的优势度集中指数( $C$ )、多样性指数(包括 Simpson 指数( $J$ ))、Shannon-Wiener 指数( $H'$ )、Brillouin 指数( $H$ )和 McIntosh 指数( $D_{MC}$ )和均匀性指数( $E$ ),计算公式为:

$$C = \sum P_i^2; J = 1 - \sum [n_i(n_i - 1)]/[N(N - 1)]; H' = - \sum P_i \log_2 P_i;$$

$$H = N^{-1} \log_2 [N!/(n_1!n_2!n_3!\dots)]; D_{MC} = [N - (\sum n_i)^{1/2}]/(N - N^{1/2}); E = H'/\log_2 S$$

式中,  $n_i$  为第  $i$  个物种的个数,  $N$  为群落中所有物种的个体数总和,  $P_i$  为群落中  $i$  物种的百分率,  $S$  为物种数<sup>[8,9]</sup>。

**1.2.2 群落相似性、聚类分析和排序** 群落相似性分析采用百分率相似性系数和相异性系数:

$$PS = \sum \text{Min} P_i; D = 100 - PS$$

式中  $PS$  为百分率相似性系数,  $D$  为百分率相异性系数,  $P_i$  为群落中  $i$  物种的百分率<sup>[10]</sup>。

聚类分析采用系统聚类,欧氏距离,聚合方法为最短距离法,原理参见余家林<sup>[11]</sup>。群落排序采用二维极点排序,方法见孙儒泳<sup>[10]</sup>。

$$X = (L^2 + D_a^2 - D_b^2)/2L; h = (D_a^2 - X^2)^{1/2}; Y = (L'^2 + D'_a - D'_b)/2L'$$

式中  $X, Y$  为排序轴,  $L$  是  $X$  轴排序时群落 A 与 B 间的相异性系数,  $D_a$  和  $D_b$  分别为群落 A 和 B 与所求群落的相异性系数,  $h$  为群落与  $X$  轴的偏离值。  $L', D'_a$  和  $D'_b$  用于  $Y$  轴排序,含义同  $X$  轴。

## 2 结果与分析

### 2.1 白蜡虫产卵期天敌的种类及其组成

将 10 个白蜡虫生态系统中收集到的天敌进行分类鉴定,它们分别隶属于 6 科 11 属,共 15 种。其中跳小蜂科(Encyrtidae) 4 属:花翅跳小蜂属(*Microterys*)、花角跳小蜂属(*Blastothrix*)、纹翅跳小蜂属(*Cerateroceroides*)、刷盾跳小蜂属(*Cheiloneurus*)和优赛跳小蜂属(*Eusemion*)属,蚜小蜂科(Aphelinidae) 2 属:食蚜蚜

小蜂属(*Coccophagus*)和花翅蚜小蜂属(*Marietta*),姬小蜂科(*Eulophidae*)1属;啮小蜂属(*Tetrastichus*),金小蜂科(*Pteromalidae*)1属;宽缘金小蜂属(*Pachyneuron*),长角象甲科(*Anthribidae*)1属;长角象甲属(*Anthribus*),瓢虫科(*Coccinellidae*)1属;盔唇瓢虫属(*Chilocorus*)<sup>[1,6,7,12,13]</sup>。群落的主要优势种为白蜡虫花翅跳小蜂 *Microterys ericri* Ishii、中华花翅跳小蜂 *M. sinicus* Jiang、白蜡虫啮小蜂 *Tetrastichus kodaikanalensis* Saraswst、白蜡蚧长角象 *Anthribus lajievorus* Chao 和黑缘红瓢虫 *Chilocorus rubidus* Hope。优势种天敌占群落中天敌总数的80%以上(表1)。

表1 白蜡虫产卵期天敌群落的物种组成  
Table 1 The species and their numbers per 10 ovisacs of the natural enemy community of white wax insect in oviposition period of white wax insect

物种 Species	炎山 Yanshan	万和 Wanhe	金口河 Jinkouhe	喜德 Xide	宁强 Ningqiang	安康 Ankang	昆明 Kunming	晋城 Jincheng	峨眉 Emei	芷江 Zhijiang
1	24.69	18.75	29.16	30.96	75.87	73.14	81.84	70.38	116.16	127.23
2	12.51	10.14	12.87	10.41	13.08	12.57	13.08	11.22	21.75	18.93
3	16.02	11.01	17.31	19.59	28.41	30.87	36.54	30.75	40.47	44.01
4	3.87	4.14	3.63	5.85	6.48	4.02	6.57	3.48	4.08	6.39
5	1.08	0.87	0	0	0.12	0	0	0.27	1.14	0.36
6	0.72	0.54	0.39	0.18	0.81	0.96	0.72	0.96	1.71	0.81
7	0	0	0.12	0.24	0	0.24	0	0	0	0.33
8	0.06	0.12	0.03	0	0	0	0.18	0.12	0.06	0.15
9	0	0	0	0	0.03	0.90	0.15	0.12	0.12	0.21
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.15
11	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
12	0	0.06	0	0	0.06	0	0.18	0	0	0.27
13	0.75	0.57	1.29	1.53	2.37	2.58	2.73	3.81	9.96	8.13
14	0.18	0.24	0.42	0.27	0.15	0.21	3.75	2.67	0.06	0.18
15	0	0	0	0	0	0	0.52	0.64	0	0

\* 1,白蜡虫花翅跳小蜂 *Microterys ericri*; 2,中华花翅跳小蜂 *Microterys sinicus*; 3,白蜡虫啮小蜂 *Tetrastichus kodaikanalensis*; 4,白蜡虫蓝绿跳小蜂 *Blastothrix ericri*; 5,白蜡虫纹翅跳小蜂 *Cerateroceroides ericri*; 6,黑褐纹翅跳小蜂 *Cerateroceroides similis*; 7,长缘刷盾跳小蜂 *cheilonurus clariger*; 8,优赛跳小蜂 *Eusemion cornigerum*; 9,一种花翅跳小蜂 *Microterys Sp.*; 10,日本食蚧蚜小蜂 *Coccophagus japonicus*; 11,瘦柄花翅蚜小蜂 *Marietta carnesi*; 12,益蜡宽缘金小蜂 *Pachyneuron bonum*; 13,白蜡蚧长角象 *Anthribus lajievorus*; 14,黑缘红瓢虫 *chilocorus rubidus*; 15,红点唇瓢虫 *chilocorus kuwanai*

## 2.2 白蜡虫产卵期天敌群落的优势集中性、多样性和均匀性分析

优势集中指数、多样性指数和均匀性指数是研究生物群落的重要指标。白蜡虫产卵期各群落的优势种较多,导致天敌群落的优势集中指数较小,多样性指数和均匀性指数较高。优势集中指数、多样性指数和均匀性指数的变化由大到小表现为下列趋势,① 优势集中指数(*C*):芷江>宁强>安康>峨眉>晋城>昆明>金口河>喜德>炎山>万和,② Simpson 指数(*J*):炎山>万和>喜德>金口河>昆明>晋城>安康>峨眉>宁强>芷江,③ Shannon-Wiener 指数(*H'*):万和>炎山>喜德>金口河>晋城>昆明>峨眉>安康>芷江>宁强,④ Brillouin 指数(*H*):万和>炎山>喜德>金口河>昆明>晋城>峨眉>安康>芷江>宁强,⑤ McIntorsh 指数(*D<sub>MC</sub>*):万和>炎山>金口河>喜德>昆明>晋城>安康>宁强>峨眉>芷江,⑥ 均匀性指数(*E*):喜德>万和>炎山>金口河>安康>晋城>昆明>宁强>峨眉>芷江。在10个白蜡虫产卵期群落中,4种多样性指数的变化趋势基本一致。物种较少的喜德和安康均匀性指数较高(喜德的多样性指数为第3或第4,均匀性指数为第1;安康的多样性指数为第7或第8,均匀性指数为第5),其余群落的均匀性指数变化趋势也与多样性指数基本一致。优势集中指数的变化趋势与多样性指数和均匀性指数相反(表2)。

## 2.3 白蜡虫产卵期天敌群落的相似性分析

不同产地白蜡虫天敌群落的优势种和物种组成变化较小,导致各个群落的相似程度较高。相似性系数最高达97.46%,最低为75.92%。根据对表3的分析,影响群落相似性系数的主要因子有3个,① 产区:虫区与虫区、蜡区与蜡区、虫蜡混产区之间的相似性系数均高于90%(最高为97.46%,最低为90.31%),虫区与蜡区的相似性系数则较低(最高为81.25%,最低为75.92%),虫区与虫蜡混产区的相似性系数低于虫区与虫区、蜡区与蜡区的相似性系数,但高于虫区与蜡区的相似性系数(78.74%~86.18%)。② 生态环

境差异:昆明和晋城相隔不到100km,两地温度、湿度、降雨量等气象条件均十分接近,种虫来自同一个地方,其相似性系数高达97.46%,而昆明或晋城与同为虫蜡混产地的宁强或安康之间的相似性系数则较低。炎山和万和同属云南省昭通地区,两地海拔高度和生态环境相近,其相似性系数为96.02%;金口河与喜德的相似性系数也达94.71%。但炎山或万和与金口河或喜德之间的相似性系数则较低。③优势种天敌在群落中的比例:群落之间的优势种天敌比例越接近,群落的相似程度越高;反之,则相似程度较低。

表2 白蜡虫产卵期天敌的群落结构

Table 2 The natural enemy community structure of white wax insect in oviposition period of white wax insect

地点 Place	种数 No. Spp.	个体数 Numb.	优势集中指数 Aggr. index (C)	多样性指数 Diversity index				均匀性指数 Even. index (E)
				Simpson (J)	Shannon (H')	Brillouin (H)	McIntosh (D <sub>MC</sub> )	
万和 Wanhe	10	46	0.2755	0.7223	2.1449	1.9012	0.5568	0.6458
炎山 Yanshan	10	60	0.2898	0.7404	2.0639	1.8698	0.5306	0.6213
喜德 Xide	8	69	0.3122	0.6980	1.9517	1.7877	0.5016	0.6506
金口河 Jinkouhe	10	65	0.3128	0.6979	1.9459	1.7545	0.5029	0.6139
晋城 Jincheng	11	124	0.3915	0.6135	1.8254	1.6923	0.4111	0.5277
昆明 Kunming	11	146	0.3866	0.6177	1.8246	1.7233	0.4123	0.5274
峨眉 Emei	11	196	0.4110	0.5920	1.7262	1.6351	0.3865	0.4990
安康 Ankang	9	125	0.4118	0.5929	1.6960	1.5859	0.3933	0.5350
芷江 Zhijiang	14	207	0.4331	0.5696	1.6707	1.5745	0.3674	0.4388
宁强 Ningqiang	10	127	0.4180	0.5866	1.6661	1.5536	0.3878	0.5016

表3 白蜡虫产卵期各天敌群落的相似性系数矩阵

Table 3 The similarity coefficient matrix of the natural enemy community in oviposition period of white wax insect

群落 Community	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	96.02								
3	92.25	91.77							
4	91.31	90.31	94.71						
5	80.97	80.16	84.95	84.75					
6	81.22	79.46	85.46	85.35	96.40				
7	81.77	80.01	86.18	85.79	94.23	95.33			
8	80.45	78.74	84.51	84.25	93.42	93.07	97.46		
9	77.88	77.02	81.24	81.25	92.02	93.99	90.26	92.53	
10	76.67	75.92	80.83	81.04	92.53	91.54	91.89	93.51	95.96

\* 表中编号 The number in the table is: 1, 炎山 Yanshan; 2, 万和 Wanhe; 3, 金口河 Jinkouhe; 4, 喜德 Xide; 5, 宁强 Ningqiang; 6, 安康 Ankang; 7, 昆明 Kunming; 8, 晋城 Jincheng; 9, 峨眉 Emei; 10, 芷江 Zhijiang

### 2.4 白蜡虫产卵期天敌群落的聚类分析与排序

聚类分析和排序结果表明,10个不同白蜡产地天敌群落可分为3种类型(图1、图2)。3种类型中白蜡虫天敌的优势种种类基本相同,但数量变化较大。第1种类型为种虫产区(包括炎山、万和、金口河、喜德4地),只产种虫,不产虫蜡,泌蜡期雄蜡虫较少,雄蜡虫的主要寄生性天敌白蜡虫花翅跳小蜂及其重寄生蜂白蜡虫啣小蜂发生较轻,雄蜡虫羽化后转移到雌蜡虫体内的寄生蜂也相对较少,产卵期雌蜡虫体内的白蜡虫花翅跳小蜂和白蜡虫啣小蜂数量相对较少。两种严重危害产卵期雌蜡虫的天敌白蜡蚧长角象和黑缘红瓢虫在虫区发生也较轻。第2种类型为白蜡产区(包括峨眉、芷江两地),只产白蜡,不产种虫。泌蜡期白蜡虫花翅跳小蜂和白蜡虫啣小蜂发生严重,蜡花采收后寄生蜂大量转移到雌蜡虫体内危害,造成生产上的大“跳虫”。蜡区虽不生产种虫,但当地老百姓没有采收蜡花后将雌蜡虫摘除的习惯,寄主树上仍留有大量雌蜡虫,白蜡虫产卵期雌蜡虫体内寄生蜂数量远较虫区为多,蜡区白蜡蚧长角象和黑缘红瓢虫发生也较严重。第3种类型为虫蜡混产区(包括宁强、安康、昆明、晋城4地),既可产虫也可产蜡,优势种寄生性天敌和捕食性天敌数量介于第1、2类之间。白蜡虫产卵期的优势种天敌中华花翅跳小蜂在虫区和虫蜡混产区的种群数量相差不大,但蜡区该蜂发生明显比虫区和虫蜡混产区严重。

### 3 讨论

种虫生产是白蜡生产的关键步骤之一,种虫的好坏对白蜡生产有着极为重要的影响。优良的种虫不仅含卵量多,雄卵比例高,而且卵囊内寄生性天敌数量少,挂虫后寄生蜂发生轻,可大大减少泌蜡期白蜡虫害

虫防治的成本和费用。白蜡虫产卵期天敌的种类和优势种均与泌蜡期有所不同,泌蜡期对雌蜡虫造成严重危害的白蜡虫阔柄跳小蜂 *Metaphycus ericeri* Xu et Jiang 和二双斑唇瓢虫 *Chilocorus bijugus* Mulsant 在产卵期不发生,取而代之的是只寄生产卵期雌蜡虫的中华花翅跳小蜂和白蜡蚧长角象<sup>[14,15]</sup>。除昆明、晋城外,黑缘红瓢虫在产卵期的种群数量和危害程度较泌蜡期为轻<sup>[16]</sup>。虽然 10 个白蜡虫产卵期天敌群落的物种组成和优势种基本相同,但它们的个体数的差异是相当大的。在 4 个种虫产地群落中,每 10 个蜡虫卵囊的天敌个体数为 46~69 头(平均 60.0 头);4 个虫蜡混产地群落的天敌个体数为每 10 个卵囊 124~126 头(平均 130.5 头);2 个白蜡产地群落的天敌个体数为每 10 个卵囊 196~207 头(平均 201.5 头)。蜡区天敌数量为虫区的 3.36 倍。虫蜡混产区的 1.54 倍。由于蜡区天敌数量多,造成产卵期雌蜡虫严重受害,即使能收获少量种虫,也不能用于田间挂袋,否则将由于种虫含卵量少,寄生蜂多而造成白蜡生产严重减产。白蜡虫雌虫的严重受害是造成蜡区不产种虫的主要原因。根据目前白蜡生产的现状和水平,白蜡生产应保证从外地采购种虫,且在蜡区天敌大量发生前清理虫园,尽量减少当地越冬害虫的虫口基数,这样才能保证白蜡生产的高产稳产。

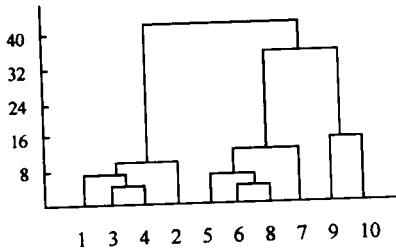


图 1 白蜡虫产卵期天敌群落聚类分析图

Fig. 1 The clustering analysis of the natural enemy community in oviposition period of white wax insect  
图中序号同表 3 The ordinal numbers in the figure are as table 3

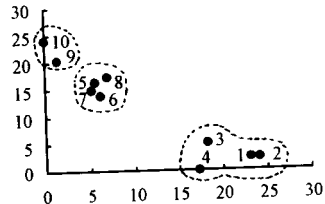


图 2 白蜡虫产卵期天敌群落的二维排序图

Fig. 2 Two-dimensional ordination of the natural enemy community in oviposition period of white wax insect  
图中序号同表 3 The ordinal numbers in the figure are as table 3

参考文献

[1] 吴次彬. 白蜡虫及白蜡生产. 北京: 中国林业出版社, 1989. 61~85.  
 [2] 姜德全, 夏木俊, 李文荣. 白蜡虫花翅跳小蜂的研究. 昆虫学报, 1984, 27(1): 48~55.  
 [3] 姜德全. 白蜡虫啮小蜂的研究及利用. 四川动物, 1982, 1(3): 1~6.  
 [4] 焦 懿, 赵 苹. 白蜡虫阔柄跳小蜂生物学特性的研究. 昆虫学报, 1999, 42(2): 166~171.  
 [5] 吴次彬. 黑缘红瓢虫的研究. 四川大学学报, 1980, (4): 163~168.  
 [6] 姜德全, 夏木俊, 王雪林. 四川白蜡虫的寄生蜂. 四川动物, 1986, 5(3): 14~19.  
 [7] 万益锋, 谭成机, 万木春. 白蜡虫寄生蜂的种类及其防治. 林业科学研究, 1995, 8(资源昆虫专刊): 56~59.  
 [8] 庞雄飞, 尤民生. 昆虫群落生态学. 北京: 中国农业出版社, 1996. 77~127.  
 [9] 金翠霞, 吴 亚. 群落多样性测定及其应用的探讨. 昆虫学报, 1981, 24(1): 28~33.  
 [10] 孙儒泳. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 1994. 331~343.  
 [11] 余家林. 农业多元试验统计. 北京: 北京农业大学出版社, 1993. 137~146.  
 [12] tachikawa T. Revisional studies on the Encyrtidae of Japan (Hymenoptera, Chalcidoidea). Men. Ehime Univ., 1963, (VI) 9(1): 1~264.  
 [13] 姜德全. 寄生白蜡虫的跳小蜂及一新种的描述. 动物分类学报, 1982, 7(2): 79~86.  
 [14] 姜德全. 寄生白蜡虫雌虫的蚜小蜂. 四川动物, 1983, 2(2): 6~7.  
 [15] 焦 懿, 赵 苹. 白蜡虫泌蜡期天敌群落的研究. 生态学报, 1999, 19(5): 560~565.  
 [16] 焦 懿. 二双斑唇瓢虫生物学特性的研究. 昆虫天敌, 1997, 19(2): 59~62.