



刘飞飞, 王建盼, 林源, 等. 不同季节黄山大叶种茶园主要害虫的捕食性天敌优势种比较[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(6): 67-73.

# 不同季节黄山大叶种茶园主要害虫的捕食性天敌优势种比较

刘飞飞, 王建盼, 林源, 毕守东, 周夏芝, 邹运鼎, 冷鹏, 华余琴, 蒋筠雅, 李霞  
(安徽农业大学理学院, 安徽合肥 230036)

**摘要:**【目的】系统调查黄山大叶种茶园4种主要害虫假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis*、茶蚜 *Toxoptera aurantii*、萤叶甲类 *Galerucinae* 和八点广翅蜡蝉 *Ricaniaspeculum* 及其捕食性天敌的种群动态。【方法】应用灰色关联度法和生态位分析法分析4种害虫与其天敌在数量、时间和空间的关系,应用密切指数之和综合评判4种害虫的天敌优势种。【结果和结论】春夏季与秋冬季之间4种害虫的优势种天敌差别较大。春夏季假眼小绿叶蝉前3位的优势种天敌是斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus*、茶色新园蛛 *Neoscona theisi* 和锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa*; 茶蚜前3位的优势种天敌是异色瓢虫 *Leis axyridis*、龟纹瓢虫 *Propylea japonica* 和锥腹肖蛸; 萤叶甲类前3位的优势种天敌是龟纹瓢虫、异色瓢虫和草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*; 八点广翅蜡蝉前3位的优势种天敌是棕管巢蛛 *Clubiona japonicola*、锥腹肖蛸和鞍形花蟹蛛 *Xysticus ephippiafus*。秋冬季假眼小绿叶蝉前3位的优势种天敌是锥腹肖蛸、八点球腹蛛 *Theridion octomaculatum* 和鳞纹肖蛸 *Tetragnatha squamata*; 茶蚜前3位的优势种天敌是锥腹肖蛸、八点球腹蛛和鳞纹肖蛸; 萤叶甲类前3位的优势种天敌是龟纹瓢虫、异色瓢虫和锥腹肖蛸; 八点广翅蜡蝉前3位的优势种天敌是茶色新园蛛、斜纹猫蛛和鞍形花蟹蛛。

**关键词:** 茶园; 害虫; 捕食性天敌; 种群动态; 优势种

中图分类号: Q968.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2014)06-0067-07

## A comparison of the dominant species of predator natural enemies of the major pests in the Huangshan large leaf tea gardens in different seasons

LIU Feifei, WANG Jianpan, LIN Yuan, BI Shoudong, ZHOU Xiaoshi, ZOU Yunding, LENG Peng,  
HUA Yuqin, JIANG Yunya, LI Xia  
(College of Science, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

**Abstract:**【Objective】The major insect pests in the Huangshan large leaf tea gardens are *Empoasca vitis*, *Toxoptera aurantii*, *Aulcophora femoralis* and *Ricaniaspeculum*. To investigate the population dynamics between the four major pests and their natural predators. 【Method】The quantity, and the temporal and spatial relationships of the four pests and their predators were analysed using grey correlation degree and ecological niche analyses. The dominant natural predator of each pest was evaluated using the sum of close index. 【Result and conclusion】There were greater differences for dominant natural predators of four pests between spring-summer season and autumn-winter season. In spring-summer season the three dominant natural predators of *Empoasca vitis* were *Oxyopes sertatus*, *Neoscona theisi* and *Tetragnatha maxillosa*; the dominant natural predators of *Toxoptera aurantii* were *Leis axyridis*, *Propylea japonica* and *Tetragnatha maxillosa*; for *Galerucinae*, the main natural predators were *Propylea japonica*, *Leis axyridis* and

收稿日期: 2014-03-05 优先出版时间: 2014-09-30

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20141003.1245.020.html>

作者简介: 刘飞飞, 女(1989—), 硕士研究生, E-mail: liufeifei805@163.com; 通信作者: 毕守东, 男(1963—), 教授, 博士, E-mail: bishoudong@163.com

基金项目: 国家自然科学基金(30871444); 安徽省教育厅重点项目(KJ2008A139)

*Erigonidium graminicolum*; and for *Ricaniaspeculum*, the predators were *Clubiona japonicola*, *Tetragnatha maxillosa* and *Xysticus ephippiafus*. In autumn-winter season, the three dominant natural predators of *Empoasca vitis* were *Tetragnatha maxillosa*, *Theridion octomaculatum* and *Tetragnatha squamata*; the three dominant natural predators of *Toxoptera aurantii* were *Tetragnatha maxillosa*, *Theridion octomaculatum* and *Tetragnatha squamata*; for *Galerucinae*, the main natural predators were *Propylea japonica*, *Leis axyridis* and *Tetragnatha maxillosa*; and for *Ricaniaspeculum*, the predators were *Neoscona theisi*, *Oxyopes sertatus* and *Xysticus ephippiafus*.

**Key words:** tea garden; insect pest; predator; population dynamics; dominant species

茶树害虫直接危害茶叶产量和品质,其天敌是持续控制茶树害虫种群消长的重要生态因子. 假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* 和茶蚜 *Toxoptera aurantii* 的发生规律和危害已有报道<sup>[1-2]</sup>, 双斑长跗萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica* 等萤叶甲亚科害虫也是茶树的重要害虫<sup>[3]</sup>. 假眼小绿叶蝉有多种天敌<sup>[1,4]</sup>, 瓢虫种类中的刀角瓢虫 *Serangium japonicum* 等是茶蚜的天敌,对茶蚜蜜露具有较强的搜索行为<sup>[5-6]</sup>, 茶蚜与瓢虫的关系以及茶树-害虫-天敌蜘蛛等三者之间的化学联系也有大量报道<sup>[7-12]</sup>. 本文研究黄山大叶种茶园春夏季和秋冬季4种害虫与其天敌的种群动态,根据两者之间的数量、时间、空间关系综合评判出4种害虫的主要天敌优势种,并对春夏季与秋冬季之间4种害虫的天敌优势种进行比较,以期对4种害虫的生物防治提供科学依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2013年3月31日至12月17日在合肥市大杨镇安徽农业大学农业科技示范基地茶园内进行调查,茶树品种为11年生黄山大叶种,茶园面积为0.2 hm<sup>2</sup>.

### 1.2 方法

1.2.1 调查方法 定点系统调查,每15 d调查1次,调查时间为07:30—10:30. 随机选取3行,行距为1 m,每隔1 m取2 m长的样方,共调查30个样方. 每样方随机选取10片叶片共300个叶片,调查一些不易震落的害虫和天敌种类,然后用沾有洗衣粉水溶液的搪瓷盘(长40 cm、宽30 cm)进行盆拍,记录害虫和天敌的种类和数量. 试验茶园按常规措施管理,且不施化学农药.

1.2.2 4种害虫与其天敌数量关系的灰色关联度分析 数量关联度是表示两物种数量上联系密切程度的参数,本研究按照邓聚龙<sup>[13]</sup>的灰色关联度方法进行分析,将4种害虫  $Y_i$  及其主要天敌  $X_j$  分别看作一个本征性灰系统,假眼小绿叶蝉 ( $Y_1$ )、茶蚜 ( $Y_2$ )、萤

叶甲类 ( $Y_3$ )、八点广翅蜡蝉 ( $Y_4$ ) 数量分别作为该系统的参照序列. 不同时点上的假眼小绿叶蝉(或茶蚜、萤叶甲类、八点广翅蜡蝉)数量作为  $Y_1$  (或  $Y_2$ 、 $Y_3$ 、 $Y_4$ ) 与天敌  $X_j$  在第  $k$  点上的效果白化值,进行两者之间数量关系的关联度分析,求出天敌与害虫数量上的关联度,某种天敌与  $Y_1$  (或  $Y_2$ 、 $Y_3$ 、 $Y_4$ ) 关联度值越大,表明该种天敌与  $Y_1$  (或  $Y_2$ 、 $Y_3$ 、 $Y_4$ ) 在数量上关系越密切.

1.2.3 4种害虫与其天敌空间(或时间)关系的生态位分析 物种生存必需利用各种资源,两物种在利用同一资源(时间资源或空间资源等)时,两物种在利用的资源各序列单位上重叠部分所占比例之和即(时间或空间)生态位重叠指数. 两物种在一个资源序列上分布的相似性,即(时间或空间)生态位相似系数. 用生态位重叠指数和生态位相似系数分析天敌对害虫(空间或时间)的跟随关系.

生态位宽度用 Levins 的生态位宽度指数 ( $B$ ) 公式<sup>[14]</sup>、生态位相似性比例采用 Morisita 相似性系数 ( $C_{ij}$ ) 公式<sup>[15]</sup>、生态位重叠采用 Levins 生态位重叠指数 ( $L_{ij}$ ) 公式<sup>[14]</sup> 进行分析. 某种天敌与目标害虫在空间(或时间)生态位重叠指数和相似性系数越大表明某种天敌对目标害虫在空间(或时间)上跟随关系越密切.

1.2.4 天敌与其目标害虫关系的综合分析 将天敌与害虫之间在数、时、空等关系上的上述参数进行标准化处理,即将求得的参数分别除以本参数值的最大值,所得的商称之为密切指数,将各密切指数相加,其密切指数之和最大的天敌为目标害虫的第一位优势种天敌,其余依此类推.

## 2 结果与分析

### 2.1 茶园害虫和天敌种群的数量动态

将19次调查的主要害虫及其天敌的数据列于表1,发生数量较多的害虫是假眼小绿叶蝉、茶蚜、萤叶甲类和八点广翅蜡蝉 *Ricaniaspeculum* 以及龟纹瓢虫 *Propylea japonica*、异色瓢虫 *Leis axyridis*、鳞纹肖蛸

*Tetragnatha squamata*、草间小黑蛛 *Erigonidium graminiculum*、锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa*、鞍形花蟹蛛 *Xysticus ephippiafu*、茶色新园蛛 *Neoscona theisi* 和斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatu* 等 10 种天敌. 假眼小绿叶蝉 5 月 25 日—7 月 23 日和 11 月 12 日—12 月 17 日数量较多, 全年有 2 个发生高峰, 分别出现在 6 月 23 日、11 月 26 日. 茶蚜 3 月 31 日—5 月 12 日和 11 月 12 日—11 月 26 日数量较多, 也有 2 个发生高峰, 分

别是 4 月 29 日和 11 月 26 日. 萤叶甲类第 1 个发生高峰日是 5 月 25 日, 第 2 个高峰日是 10 月 13 日. 5 月 25 日—8 月 5 日是八点广翅蜡蝉的发生高峰. 10 种主要天敌之间发生规律差异较大. 龟纹瓢虫、异色瓢虫全年有 2 个高峰期, 第 1 高峰期数量多, 八点球腹蛛 *Theridion octomaculatum* 有 2 个高峰期, 第 2 个高峰数量特别多, 棕管巢蛛 *Clubiona japonicola* 全年只有 1 个高峰, 集中在 6 月下旬—11 月上旬.

表 1 茶园主要害虫与其捕食性天敌种群的数量动态<sup>1)</sup>

Tab. 1 Quantities of the major pests and their predator natural enemies in the tea garden

日期	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
03-31	1	211	59	0	19	33	179	38	22	7	22	28	18	3
04-14	29	296	24	0	25	22	1	38	6	3	12	2	11	8
04-29	11	1 082	40	5	12	97	1	23	20	2	12	4	8	8
05-12	32	187	57	2	40	29	1	34	8	3	8	14	2	1
05-25	122	6	110	33	42	49	4	17	21	8	7	14	13	11
06-10	161	8	58	30	36	9	14	23	20	10	15	7	6	5
06-23	850	0	26	36	33	19	15	61	18	24	21	5	28	5
07-09	99	0	19	37	4	2	10	30	5	31	21	25	14	2
07-23	101	0	23	54	1	0	13	14	20	49	8	17	23	3
08-05	16	0	12	54	0	2	4	2	18	44	1	58	22	2
08-18	0	0	2	7	1	1	2	1	14	16	0	8	33	10
09-01	6	21	24	19	1	0	3	1	19	27	0	8	43	25
09-15	52	87	31	11	2	2	2	7	6	32	0	11	8	27
09-27	193	3	44	1	7	8	12	8	24	26	130	8	5	54
10-13	205	8	104	2	38	19	15	22	16	20	155	2	10	52
10-27	371	38	81	1	11	12	17	33	10	23	157	8	12	34
11-12	558	187	45	2	6	15	35	49	33	9	178	10	7	75
11-26	724	556	25	4	2	1	69	53	13	0	347	6	3	61
12-17	442	95	2	2	0	0	135	65	3	1	158	0	3	19

1) 表中数据为 30 个样方的调查结果;  $Y_1$  假眼小绿叶蝉;  $Y_2$  茶蚜;  $Y_3$  萤叶甲类;  $Y_4$  八点广翅蜡蝉;  $X_1$  龟纹瓢虫;  $X_2$  异色瓢虫;  $X_3$  鳞纹肖蛸;  $X_4$  锥腹肖蛸;  $X_5$  草间小黑蛛;  $X_6$  棕管巢蛛;  $X_7$  八点球腹蛛;  $X_8$  鞍形花蟹蛛;  $X_9$  茶色新园蛛;  $X_{10}$  斜纹猫蛛.

2.2 春夏季 4 种害虫与其天敌的数量关系

将害虫与其天敌之间春夏季(3 月 31—8 月 5 日)数量上的关联度列于表 2, 与害虫关联度大的前 3 位天敌, 假眼小绿叶蝉的是八点球腹蛛(0.883 2)、锥腹肖蛸(0.883 1)和茶色新园蛛(0.876 7); 茶蚜的

是异色瓢虫(0.902 7)、锥腹肖蛸(0.853 8)和龟纹瓢虫(0.837 5); 萤叶甲类的是草间小黑蛛(0.911 5)、斜纹猫蛛(0.910 7)和龟纹瓢虫(0.908 3); 八点广翅蜡蝉的是棕管巢蛛(0.946 8)、茶色新园蛛(0.912 4)和草间小黑蛛(0.902 8).

表 2 4 种害虫与其捕食性天敌在数量上的关联度<sup>1)</sup>

Tab. 2 Degrees of correlation between the four pests and their predator natural enemies

害虫	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
$Y_1$	0.855 8	0.827 6	0.863 3	0.881 3	0.872 8	0.864 1	0.883 2	0.854 1	0.876 7	0.871 9
$Y_2$	0.837 5	0.902 7	0.804 5	0.853 8	0.812 8	0.762 3	0.828 5	0.825 4	0.802 2	0.836 7
$Y_3$	0.908 3	0.897 5	0.847 5	0.900 7	0.911 9	0.800 5	0.896 0	0.850 5	0.854 2	0.910 7
$Y_4$	0.850 3	0.814 5	0.840 9	0.855 1	0.902 8	0.946 8	0.879 3	0.895 5	0.912 4	0.865 2

1)  $Y_1$  假眼小绿叶蝉;  $Y_2$  茶蚜;  $Y_3$  萤叶甲类;  $Y_4$  八点广翅蜡蝉;  $X_1$  龟纹瓢虫;  $X_2$  异色瓢虫;  $X_3$  鳞纹肖蛸;  $X_4$  锥腹肖蛸;  $X_5$  草间小黑蛛;  $X_6$  棕管巢蛛;  $X_7$  八点球腹蛛;  $X_8$  鞍形花蟹蛛;  $X_9$  茶色新园蛛;  $X_{10}$  斜纹猫蛛.

### 2.3 春夏季4种害虫与其天敌在时间上的关系

春夏季害虫与天敌之间时间生态位重叠指数和相似性指数见表3,与害虫之间时间生态位重叠指数大的前3位天敌,假眼小绿叶蝉的是锥腹肖蛸(0.0417)、茶色新园蛛(0.0386)和八点球腹蛛(0.0353);茶蚜的是异色瓢虫(0.0646)、斜纹猫蛛(0.0333)和草间小黑蛛(0.0253);萤叶甲类的是龟纹瓢虫(0.0961)、异色瓢虫(0.0916)和鳞纹肖蛸(0.0872);八点广翅蜡蝉的是棕管巢蛛(0.1004)、

鞍形花蟹蛛(0.0806)和草间小黑蛛(0.0649)。

与害虫之间时间生态位相似系数大的前3位天敌,假眼小绿叶蝉的是锥腹肖蛸(0.5387)、八点球腹蛛(0.5253)和茶色新园蛛(0.5131);茶蚜的是异色瓢虫(0.6932)、龟纹瓢虫(0.6118)和锥腹肖蛸(0.4481);萤叶甲类的是龟纹瓢虫(0.7838)、草间小黑蛛(0.7536)和斜纹猫蛛(0.7200);八点广翅蜡蝉的是棕管巢蛛(0.8287)、茶色新园蛛(0.7093)和草间小黑蛛(0.6650)。

表3 4种害虫与其捕食性天敌在时间生态位上的重叠指数( $H$ )和相似系数( $M$ )<sup>1)</sup>

Tab.3 Time niche overlap indexes and similarity coefficients of the four pests and their predator natural enemies

害虫	指标 <sup>2)</sup>	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
$Y_1$	$H$	0.0303	0.0156	0.0135	0.0417	0.0281	0.0319	0.0353	0.0133	0.0386	0.0275
	$M$	0.3987	0.3100	0.2565	0.5387	0.4780	0.4258	0.5253	0.3436	0.5131	0.4570
$Y_2$	$H$	0.0214	0.0646	0.0257	0.0243	0.0253	0.0039	0.0241	0.0104	0.0150	0.0333
	$M$	0.6118	0.6932	0.1938	0.4481	0.3410	0.0907	0.3777	0.2407	0.2706	0.4231
$Y_3$	$H$	0.0961	0.0916	0.0872	0.0607	0.0769	0.0459	0.0685	0.0594	0.0603	0.0857
	$M$	0.7838	0.6866	0.3978	0.6700	0.7536	0.3691	0.6904	0.5284	0.5671	0.7200
$Y_4$	$H$	0.0432	0.0290	0.0235	0.0478	0.0649	0.1004	0.0522	0.0806	0.0488	0.0456
	$M$	0.4578	0.3682	0.2562	0.4785	0.6650	0.8287	0.5628	0.6339	0.7093	0.5137

1)  $Y_1$  假眼小绿叶蝉;  $Y_2$  茶蚜;  $Y_3$  萤叶甲类;  $Y_4$  八点广翅蜡蝉;  $X_1$  龟纹瓢虫;  $X_2$  异色瓢虫;  $X_3$  鳞纹肖蛸;  $X_4$  锥腹肖蛸;  $X_5$  草间小黑蛛;  $X_6$  棕管巢蛛;  $X_7$  八点球腹蛛;  $X_8$  鞍形花蟹蛛;  $X_9$  茶色新园蛛;  $X_{10}$  斜纹猫蛛。

### 2.4 春夏季4种害虫与其天敌在空间上的关系

害虫高峰日时的天敌与害虫之间的空间关系可以较准确反映天敌在空间上对害虫跟随关系的密切程度,春夏季的假眼小绿叶蝉其高峰日是6月23日,茶蚜的高峰日是4月29日,萤叶甲类的高峰日是5月25日,八点广翅蜡蝉的高峰日是7月23日。将高峰日两者之间空间生态位重叠指数和相似指数列于表4,与害虫空间生态位重叠指数大的前3位天敌,假眼小绿叶蝉的是龟纹瓢虫(0.5657)、棕管巢蛛(0.5460)和茶色新园蛛(0.5222);茶蚜的是异色瓢虫(0.6630)、草间小黑蛛(0.5350)和龟纹瓢虫(0.5300);萤叶甲类的是龟纹瓢虫(0.6709)、异色瓢虫(0.5640)和草间小黑蛛(0.4684);八点广翅蜡蝉的是棕管巢蛛(0.6519)、茶色新园蛛(0.4991)和鞍形花蟹蛛(0.4580)。

与害虫空间生态位相似系数大的前3位天敌,假眼小绿叶蝉的是斜纹猫蛛(1.9518)、草间小黑蛛(0.8916)和棕管巢蛛(0.8110);茶蚜的是鞍形花蟹蛛(1.3900)、棕管巢蛛(1.0661)和茶色新园蛛(1.0497);萤叶甲类的是鳞纹肖蛸(1.3890)、茶色新园蛛(0.9854)和龟纹瓢虫(0.9342);八点广翅蜡

蝉的是锥腹肖蛸(4.0326)、龟纹瓢虫(3.4565)和八点球腹蛛(2.3040)。

### 2.5 4种害虫与其天敌在数量、时间和空间关系的综合分析

将害虫与其天敌在数量、时间和空间关系的密切指数列于表5和表6,春夏季害虫前3位的优势种天敌,假眼小绿叶蝉的是斜纹猫蛛(4.3302)、茶色新园蛛(4.1668)和锥腹肖蛸(4.0589);茶蚜的是异色瓢虫(4.5296)、龟纹瓢虫(3.3516)和锥腹肖蛸(3.3500);萤叶甲类的是龟纹瓢虫(4.6687)、异色瓢虫(4.2144)和草间小黑蛛(4.0266);八点广翅蜡蝉的是棕管巢蛛(4.2475)、锥腹肖蛸(3.5849)和鞍形花蟹蛛(3.3365)。

秋冬季害虫前3位的优势种天敌,假眼小绿叶蝉的是锥腹肖蛸(4.8085)、八点球腹蛛(4.4859)和鳞纹肖蛸(4.1634);茶蚜的是锥腹肖蛸(4.5198)、八点球腹蛛(4.4675)和鳞纹肖蛸(4.2046);萤叶甲类的是龟纹瓢虫(4.3376)、异色瓢虫(4.2953)和锥腹肖蛸(4.0728);八点广翅蜡蝉的是茶色新园蛛(3.7558)、斜纹猫蛛(3.2747)和鞍形花蟹蛛(3.2682)。

表4 4种害虫与其捕食性天敌之间空间生态位重叠指数(H)和相似系数(M)

Tab.4 Space niche overlap indexes and similarity coefficients of the four pests and their predator natural enemies

害虫	指标	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
Y <sub>1</sub>	H	0.565 7	0.476 8	0.307 0	0.449 0	0.499 6	0.546 0	0.388 1	0.234 8	0.522 2	0.472 5
	M	0.731 8	0.634 0	0.498 0	0.522 0	0.891 6	0.811 0	0.489 8	0.372 1	0.727 5	1.951 8
Y <sub>2</sub>	H	0.530 0	0.663 0	0.042 7	0.519 8	0.535 0	0.160 1	0.425 4	0.290 0	0.501 1	0.382 4
	M	0.570 0	0.736 2	0.402 3	0.830 6	0.815 0	1.066 1	0.549 3	1.390 0	1.049 7	0.505 6
Y <sub>3</sub>	H	0.670 9	0.564 0	0.261 0	0.353 0	0.468 4	0.203 9	0.428 4	0.245 9	0.404 4	0.394 0
	M	0.934 2	0.778 3	1.389 0	0.558 0	0.787 4	0.288 5	0.921 9	0.325 9	0.985 4	0.796 1
Y <sub>4</sub>	H	0.248 3	0	0.206 9	0.409 6	0.410 0	0.651 9	0.166 0	0.458 0	0.499 1	0.175 6
	M	3.456 5	0	1.440 2	4.032 6	0.740 0	0.998 1	2.304 0	0.485 4	0.844 2	1.728 3

1) Y<sub>1</sub> 假眼小绿叶蝉; Y<sub>2</sub> 茶蚜; Y<sub>3</sub> 萤叶甲类; Y<sub>4</sub> 八点广翅蜡蝉; X<sub>1</sub> 龟纹瓢虫; X<sub>2</sub> 异色瓢虫; X<sub>3</sub> 鳞纹肖蛸; X<sub>4</sub> 锥腹肖蛸; X<sub>5</sub> 草间小黑蛛; X<sub>6</sub> 棕管巢蛛; X<sub>7</sub> 八点球腹蛛; X<sub>8</sub> 鞍形花蟹蛛; X<sub>9</sub> 茶色新园蛛; X<sub>10</sub> 斜纹猫蛛。

表5 春夏季4种害虫与其捕食性天敌在数量、时间、空间关系上的密切指数<sup>1)</sup>

Tab.5 Quantity, time and space frameworks of the close index of the four pests and their predator natural enemies in spring and summer

害虫	指标 <sup>2)</sup>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
Y <sub>1</sub>	A	0.969 0	0.937 0	0.977 5	0.997 8	0.988 2	0.978 4	1.000 0	0.967 6	0.992 6	0.987 2
	B	0.726 6	0.374 1	0.323 7	1.000 0	0.673 9	0.765 0	0.318 9	0.318 9	0.925 7	0.659 5
	C	0.740 1	0.575 5	0.476 1	1.000 0	0.887 3	0.790 4	0.975 1	0.637 8	0.952 5	0.848 3
	D	1.000 0	0.842 8	0.533 9	0.793 7	0.883 1	0.965 2	0.415 1	0.415 1	0.923 1	0.835 2
	E	0.374 9	0.324 8	0.255 1	0.267 4	0.456 8	0.415 5	0.250 9	0.190 6	0.372 7	1.000 0
	Σ	3.810 8	3.054 2	2.566 3	4.058 9	3.889 3	3.914 5	3.758 6	2.529 5	4.166 8	4.330 2
	排序	6	8	9	3	5	4	7	10	2	1
Y <sub>2</sub>	A	0.927 8	1.000 0	0.891 2	0.945 8	0.900 4	0.844 5	0.917 8	0.892 2	0.888 7	0.926 9
	B	0.331 3	1.000 0	0.397 8	0.376 2	0.391 6	0.060 4	0.373 1	0.161 0	0.232 2	0.515 5
	C	0.882 7	1.000 0	0.279 6	0.646 4	0.491 9	0.130 8	0.544 9	0.347 2	0.390 4	0.610 4
	D	0.799 4	1.000 0	0.064 4	0.784 0	0.806 9	0.241 5	0.641 6	0.437 4	0.755 8	0.576 8
	E	0.410 1	0.529 6	0.289 4	0.597 6	0.586 3	0.767 0	0.395 2	1	0.755 2	0.363 7
	Σ	3.351 6	4.529 6	1.922 4	3.350 0	3.177 1	2.044 2	2.872 6	3.237 8	3.018 3	2.993 3
	排序	2	1	10	3	5	9	8	4	6	7
Y <sub>3</sub>	A	0.996 1	0.984 2	0.929 4	0.987 7	1.000 0	0.877 8	0.982 6	0.932 7	0.936 7	0.998 7
	B	1	0.953 2	0.907 4	0.631 6	0.800 2	0.477 6	0.712 8	0.618 1	0.627 5	0.891 8
	C	1	0.876 0	0.507 5	0.854 8	0.961 5	0.470 9	0.880 8	0.674 2	0.723 5	0.918 6
	D	1	0.840 7	0.389 0	0.526 2	0.698 1	0.303 9	0.604 2	0.366 5	0.602 8	0.587 3
	E	0.672 6	0.560 3	1.000 0	0.401 7	0.566 9	0.207 7	0.663 7	0.522 6	0.709 4	0.573 1
	Σ	4.668 7	4.214 4	3.733 3	3.396 0	4.026 6	2.332 2	3.844 1	3.114 1	3.599 9	3.969 5
	排序	1	2	6	8	3	10	5	9	7	4
Y <sub>4</sub>	A	0.898 1	0.860 3	0.888 1	0.903 1	0.953 5	1.000 0	0.928 7	0.945 8	0.963 7	0.913 8
	B	0.430 2	0.288 8	0.234 1	0.476 1	0.646 4	1	0.519 9	0.802 8	0.486 1	0.454 2
	C	0.552 4	0.444 3	0.309 2	0.577 4	0.802 5	1	0.679 1	0.764 9	0.855 9	0.620 0
	D	0.380 9	0	0.317 4	0.628 3	0.628 9	1	0.254 6	0.702 6	0.765 6	0.269 4
	E	0.857 1	0	0.357 1	1	0.183 5	0.247 5	0.571 3	0.120 4	0.209 3	0.428 6
	Σ	3.118 7	1.593 4	2.105 9	3.584 9	3.214 8	4.247 5	2.953 4	3.336 5	3.280 6	2.686 0
	排序	6	10	9	2	5	1	7	3	4	8

1) Y<sub>1</sub> 假眼小绿叶蝉; Y<sub>2</sub> 茶蚜; Y<sub>3</sub> 萤叶甲类; Y<sub>4</sub> 八点广翅蜡蝉; X<sub>1</sub> 龟纹瓢虫; X<sub>2</sub> 异色瓢虫; X<sub>3</sub> 鳞纹肖蛸; X<sub>4</sub> 锥腹肖蛸; X<sub>5</sub> 草间小黑蛛; X<sub>6</sub> 棕管巢蛛; X<sub>7</sub> 八点球腹蛛; X<sub>8</sub> 鞍形花蟹蛛; X<sub>9</sub> 茶色新园蛛; X<sub>10</sub> 斜纹猫蛛; 2) A、B、C、D、E 分别表示数量关联度、时间生态位重叠指数、时间生态位相似系数、空间生态位重叠指数和空间生态位相似系数, 均为标准化后的密切指数。

表6 秋夏季4种害虫与其捕食性天敌在数量、时间、空间关系上的密切指数<sup>1)</sup>

Tab.6 Quantity, time and space frameworks of the close index of the four pests and their predator natural enemies in autumn and winter

害虫	指标 <sup>2)</sup>	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
$Y_1$	A	0.863 2	0.880 6	0.930 3	1.000 0	0.872 3	0.806 4	0.999 1	0.849 2	0.810 1	0.917 6
	B	0.409 3	0.620 8	0.822 0	0.986 5	0.717 1	0.377 4	1.000 0	0.625 6	0.247 5	0.890 5
	C	0.396 1	0.635 8	0.805 6	0.993 3	0.722 7	0.380 7	1.000 0	0.644 4	0.250 4	0.884 7
	D	0.064 4	0.774 4	0.891 3	1.000 0	0.714 7	0	0.876 7	0.402 5	0.632 5	0.425 0
	E	0.277 3	0.451 4	0.714 2	0.828 7	0.828 7	0	0.618 2	1.000 0	0.466 4	0.302 2
	$\Sigma$	2.010 3	3.363 0	4.163 4	4.808 5	3.855 5	1.564 5	4.485 9	3.521 7	2.406 9	3.420 0
	排序	9	7	3	1	4	10	2	5	8	6
$Y_2$	A	0.909 2	0.914 6	0.988 3	1.000 0	0.939 8	0.873 5	0.997 8	0.939 7	0.899 8	0.991 7
	B	0.154 1	0.291 6	0.737 6	0.880 2	0.568 9	0.203 3	1.000 0	0.581 2	0.185 4	0.805 4
	C	0.164 2	0.306 4	0.773 9	0.886 6	0.547 3	0.197 7	1.000 0	0.561 7	0.190 6	0.762 2
	D	0.189 5	0.467 8	0.991 2	1.000 0	0.658 2	0	0.893 3	0.501 2	0.613 8	0.495 3
	E	0.654 5	0.288 3	0.713 6	0.753 0	0.697 5	0	0.576 4	1.000 0	0.468 9	0.344 7
	$\Sigma$	2.071 5	2.268 7	4.204 6	4.519 8	3.411 7	1.274 5	4.467 5	3.583 8	2.358 5	3.399 3
	排序	9	8	3	1	5	10	2	4	7	6
$Y_3$	A	0.973 2	1.000 0	0.853 1	0.874 3	0.919 1	0.914 2	0.912 3	0.934 4	0.860 3	0.958 9
	B	0.949 6	1.000 0	0.316 5	0.608 2	0.792 4	0.820 4	0.728 5	0.721 5	0.478 7	0.879 9
	C	0.891 8	1.000 0	0.301 6	0.599 3	0.784 8	0.812 6	0.712 8	0.731 6	0.473 4	0.859 4
	D	0.814 3	0.632 7	0.708 8	0.991 0	0.553 2	0.489 5	1.000 0	0.131 1	0.494 3	0.558 0
	E	0.708 7	0.662 6	0.936 4	1.000 0	0.558 4	0.390 4	0.718 6	0.622 3	0.497 5	0.367 6
	$\Sigma$	4.337 6	4.295 3	3.116 4	4.072 8	3.587 9	3.427 1	4.072 2	3.140 9	2.804 2	3.623 8
	排序	1	2	9	3	6	7	4	8	10	5
$Y_4$	A	0.845 0	0.816 2	0.863 0	0.845 4	0.921 7	0.957 1	0.826 3	0.972 1	1.000 0	0.883 5
	B	0.140 7	0.205 1	0.233 4	0.285 5	0.648 8	0.856 5	0.258 6	0.828 6	1.000 0	0.524 8
	C	0.185 2	0.208 0	0.228 5	0.283 2	0.637 9	0.844 8	0.254 8	0.829 9	1.000 0	0.508 5
	D	0	0	0	0.417 9	0.468 4	0.435 3	0	0.396 5	0.559 7	1.000 0
	E	0	0	0	1.000 0	0.192 9	0.173 4	0	0.241 1	0.196 1	0.357 9
	$\Sigma$	1.220 9	1.229 3	1.324 9	2.832 0	2.869 7	3.267 1	1.339 7	3.268 2	3.755 8	3.274 7
	排序	10	9	8	6	5	4	7	3	1	2

1)  $Y_1$  假眼小绿叶蝉;  $Y_2$  茶蚜;  $Y_3$  萤叶甲类;  $Y_4$  八点广翅蜡蝉;  $X_1$  龟纹瓢虫;  $X_2$  异色瓢虫;  $X_3$  鳞纹肖蛸;  $X_4$  锥腹肖蛸;  $X_5$  草间小黑蛛;  $X_6$  棕管巢蛛;  $X_7$  八点球腹蛛;  $X_8$  鞍形花蟹蛛;  $X_9$  茶色新园蛛;  $X_{10}$  斜纹猫蛛; 2) A、B、C、D、E 分别表示数量关联度、时间生态位重叠指数、时间生态位相似系数、空间生态位重叠指数和空间生态位相似系数, 均为标准化后的密切指数。

### 3 讨论与结论

对2013年3月31日—8月5日(春夏季)和8月18日—12月17日(秋冬季)黄山大叶种茶园的害虫及其天敌进行系统调查, 运用灰色关联度法和生态位分析法分析天敌与害虫在数量、时间、空间的关系, 利用密切指数进行综合评判, 分别得出春夏季和秋冬季害虫前3位优势种天敌。比较同一种害虫春夏季和秋冬季相同的优势种天敌, 假眼小绿叶蝉的是锥腹肖蛸, 茶蚜的也是锥腹肖蛸, 萤叶甲类的是龟纹瓢虫和异色瓢虫, 八点广翅蜡蝉的是鞍形花蟹蛛。

对于天敌与茶叶害虫关系的研究, 有报道利用地统计学方法求出天敌和害虫空间上的半变异函

数的变程, 比较变程大小或进一步求出两者变程的关联度, 根据关联度判断天敌在空间上对害虫跟随关系的密切程度<sup>[16-17]</sup>, 在判断害虫优势种天敌时, 不只是从空间关系上分析, 而是从两者在数量、时间、空间关系上着手, 综合分析评判, 对天敌与害虫之间数量的关系, 用灰色关联度法求出两者的关联度, 在时间和空间关系上, 利用害虫与其天敌之间的空间和时间生态位重叠指数和相似性系数的办法来分析天敌与害虫在时间和空间上的关系, 最后综合考虑天敌与害虫在数量、时间、空间上的关系, 将其参数分别排序。根据序号之和来判断, 序号之和最小的即为第1位优势种天敌, 其余依次类推<sup>[18-20]</sup>。这比单独考虑天敌与害虫之间的数量关系或时间(或空间)关

系又进了一大步. 近来又有用上述方法求出害虫与天敌在数量上的关联度及时空生态位重叠指数和相似系数, 不进行直接排序而是对各参数进行标准化处理, 即各参数除以本参数的最大值, 所得值称为密切指数, 将数量、时间、空间的密切指数之和作为判断依据, 密切指数之和最大的天敌即第1位优势种天敌, 其余依次类推<sup>[21]</sup>. 本文即是采用该方法分析, 与采用数量、时间、空间上关系参数值排序的方法相比, 排除了相邻参数值差异过大但序号相近的误差, 假眼小绿叶蝉若按空间生态位相似系数大小排序, 斜纹猫蛛(1.951 8)为第1位, 草间小黑蛛(0.891 6)为第2位, 棕管巢蛛(0.811 0)为第3位, 序号上斜纹猫蛛与草间小黑蛛仅差1位, 但参数值斜纹猫蛛是草间小黑蛛的2.19倍, 参数值相差1.060 2; 同样, 序号上草间小黑蛛与棕管巢蛛虽也差1位, 但参数值只相差0.086, 若用密切指数法, 斜纹猫蛛与假眼小绿叶蝉的密切指数为1. 草间小黑蛛与假眼小绿叶蝉的密切指数则为0.456 8, 棕管巢蛛与假眼小绿叶蝉的密切指数为0.415 5, 用密切指数相加来判断, 结果更科学.

#### 参考文献:

- [1] 邓欣, 谭济才. 生态控制茶园内害虫、天敌种类及数量的季节变化规律[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1166-1172.
- [2] 韩宝瑜, 陈宗懋. 茶蚜在茶树不同部位上刺探行为的差异[J]. 植物保护学报, 2001, 28(1): 7-11.
- [3] 虞佩玉, 王书永, 杨星科. 中国经济昆虫志(叶甲总科二)[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 54.
- [4] 王沅江, 谢振伦, 庞雄飞. 假眼小绿叶蝉及天敌蜘蛛生态位的研究[J]. 茶叶科学, 2008, 28(6): 401-406.
- [5] 韩宝瑜, 崔林, 王树成. 茶园瓢虫群落结构、动态及优势种生态位[J]. 茶叶科学, 1996, 16(1): 77-78.
- [6] 韩宝瑜, 陈宗懋. 七星瓢虫和异色瓢虫四变种成虫对茶蚜蜜露的搜索行为和蜜露的组分分析[J]. 生态学报, 2000, 20(3): 495-501.
- [7] 韩宝瑜. 茶蚜体表漂洗物对天敌的引诱活性及组分分析[J]. 昆虫学报, 2001, 44(4): 541-547.
- [8] CHEN Zongmao, XU Ning, HAN Baoyu. Role of volatile allelochemicals on host location of tea pests and host foraging of natural enemies in tea ecosystem[C]// Anonym. Scientific Program and Abstracts of First Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology, 1999: 81-83.
- [9] PERSONS M H, RYPSTRA A L. Preference for chemical cues associated with recent prey in the wolf spider *Hogna helluo* (Araneae: Lycosidae)[J]. Ethol, 2000, 106(1): 27-35.
- [10] CLARK R J, JACKSON R R, CUTLER B. Chemical cues from ants influence predatory behavior in *Habrocestum pulex*, an ant-eating jumping spider (Araneae: Salticidae)[J]. J Arachnol, 2000, 28(3): 309-318.
- [11] XIAO Yonghong, ZHANG Jianxu, LI Shuqiang. A two-component female-produced pheromone of the spider *Pholcus beijingensis*[J]. J Chem Ecol, 2009, 35(7): 769-778.
- [12] YU Hulin, ZHANG Yongjun, WU Kongming, et al. Field-testing of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects[J]. Environ Entomol, 2008, 37(6): 1410-1415.
- [13] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 1990: 33-84.
- [14] 邹运鼎, 王弘法. 农林昆虫生态学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1989: 311-327.
- [15] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 科学技术出版社, 1995.
- [16] 杨林, 郭骅, 毕守东, 等. 合肥秋冬季茶园天敌对假眼小绿叶蝉和茶蚜的空间跟随关系[J]. 生态学报, 2012, 32(13): 4215-4227.
- [17] 周夏芝, 毕守东, 黄勃, 等. 茶园主要天敌对4种害虫的空间跟随关系[J]. 华南农业大学学报, 2013, 34(4): 489-498.
- [18] 柯胜兵, 周夏芝, 毕守东, 等. 大别山区茶园鞘翅目主要害虫与其捕食性天敌的关系[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(3): 695-700.
- [19] 党凤花, 公茂莲, 毕守东, 等. 茶园3种主要害虫与其多种天敌之间密切程度的比较[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2010, 36(5): 513-520.
- [20] 毕守东, 柯胜兵, 徐劲峰, 等. 3种海拔高度茶园中2种害虫与其天敌间的数量和空间关系[J]. 生态学报, 2011, 31(2): 455-464.
- [21] 郭骅, 周夏芝, 毕守东, 等. 茶园黑刺粉虱和茶叶甲成虫与其捕食性天敌之间的关系[J]. 华南农业大学学报, 2013, 34(3): 345-351.

【责任编辑 霍欢】