

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.08.001

“安吉白茶”花蓟马和茶短须螨与其捕食性天敌的关系研究^①

王建盼¹, 刘飞飞¹, 毕守东¹, 耿继光², 周夏芝¹,
邹运鼎¹, 覃盛¹, 王振兴¹, 李尚¹, 陈云¹

1. 安徽农业大学, 合肥 230036; 2. 安徽省植物保护总站, 合肥 230001

摘要: 蜘蛛和瓢虫类天敌是害虫生物防治的主要生物资源, 为了合理保护和利用自然天敌进行害虫的综合防治, 对“安吉白茶”茶园主要害虫与天敌进行系统调查, 用灰色关联度分析法和生态位分析法综合分析花蓟马和茶短须螨与其天敌在数量、时间和空间关系上的密切程度。结果表明, 与花蓟马在数量、时间和空间关系密切的前 5 位天敌依次是棕管巢蛛、草间小黑蛛、龟纹瓢虫、异色瓢虫和锥腹肖蛸; 与茶短须螨在数量、时间和空间关系密切的前 5 位天敌依次是草间小黑蛛、黑色蝇虎、棕管巢蛛、斜纹猫蛛和鳞纹肖蛸。花蓟马 5 个时段的空间格局均是聚集格局, 5 种主要天敌与花蓟马之间的 $|w|$ 值均小于 13.462 9, 两者之间的聚集程度差异无统计学意义。花蓟马的种群聚集指数 $\lambda > 2$, 表明其聚集是自身原因引起的, 天敌龟纹瓢虫的聚集也是自身原因引起的, 其余 4 种天敌的聚集是由环境中某一因素引起的。茶短须螨 5 月 25 日的空间格局是随机格局, 其余是聚集格局。茶短须螨与其 5 种主要天敌的 $|w|$ 值均小于 13.462 9, 聚集程度差异无统计学意义。茶短须螨 6 月 9 日的种群聚集指数 λ 为 2.039 7, 此时的聚集是由自身原因引起的, 其余时间以及 5 种天敌的聚集都是由环境中某一因素引起的。

关键词: 花蓟马; 茶短须螨; 灰色关联度; 生态位分析; 优势种天敌

中图分类号: Q968.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-9868(2016)08-0001-09

茶树害虫是影响茶叶产量和品质的重要因素之一, 天敌是控制茶树害虫种群消长的重要生态因素, 利用天敌防治茶树害虫是持续控制害虫、减少茶叶和环境污染的重要措施。花蓟马(*Frankliniella intonsa*)是茶树的主要害虫, 危害茶花和茶树芽叶主脉两侧, 使叶质变差, 危害严重时使整叶变黄焦枯。花蓟马在我国主要分布在台湾、福建、广东以及云、桂、湘、赣、浙、苏、皖、鄂、豫等地, 除危害茶叶外还危害多种植物。岳碧松^[1]研究用香蒲花粉饲养花蓟马的方法, 在 25℃ 恒温下平均每世代产卵量最高时可达 1 232 头; 张鲁民等^[2]研究了南方小花蝽(*Orius strigicollis*)捕食花蓟马的功能反应符合 Holling II 型反应, 理论上日最大捕食量为 15.79 头; 祝晓云等^[3]对花蓟马雄虫释放的聚集信息素进行了分离和鉴定, 分别为(R)-lavandulyl acetate 和 neryl(S)-2-methylbutanoate 两种物质。茶短须螨(*Breui palpus oboyats* Donnadieu)也是茶树的主要害虫, 成茶螨多分布在叶背刺吸为害, 影响树势, 导致芽梢稀瘦, 影响茶叶品质和产量。宋晓川等^[4]研

① 收稿日期: 2015-03-13
基金项目: 国家自然科学基金项目(30871444); 安徽省自然科学基金项目(11040606M71); 安徽省教育厅重点项目(KJ2008A139)。
作者简介: 王建盼(1988-), 女, 河南信阳人, 硕士研究生, 主要从事群落生态学的研究。
通信作者: 毕守东, 教授。

究了该螨在茶树东、南、西、北和上、中、下的分布动态,均为均匀分布.洪兆春^[5]开展了重庆金佛山捕食茶树和树木等的小型害虫的天敌蜻蜓目的区系调查,结果表明蜻科和螳科的物种丰富度相对较高.王品维等^[6]研究了用 65% 炔螨特·竹焦油乳油防治茶短须螨的效果,2 000 倍液药后 7,14,21 d 的平均校正防效分别为 96.7%,98.3%,97.1%,是一种高效、低毒、低残留的无公害生物制剂.用天敌防治上述两种害虫也是主要措施之一,但对两种害虫的天敌优势种的系统研究未见报道.本文利用灰色关联度法和生态位分析法从天敌与两种害虫在数量、时间、空间关系上进行综合分析,以期评判出两种害虫的天敌优势种,为两种害虫天敌的保护和利用提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 调查地点时间

调查地点为安徽农业大学农业科技示范基地茶园,茶园面积为 0.2 hm²,调查时间为 2014 年 4 月 1 日至 2014 年 12 月 2 日,15 d 左右调查 1 次,共调查 18 次.

茶树品种为“安吉白茶”,是一种汉族名茶,产自浙江省安吉县.它是一种珍稀的变异茶种,属于“低温敏感型”茶叶,其阈值约在 23 ℃.茶树产“白茶”时间很短,通常仅 1 个月左右.茶叶经冲泡后,其叶底也呈现玉白色,这是安吉白茶特有的性状.

1.2 调查取样

采用平行跳跃法随机在茶园选取 3 行,每行间隔 1 m 取一个 2 m 长的样方,每行 10 个样方,共取 30 个样方,先目测调查,再每样方随机选取 10 片叶片,调查害虫及天敌种类和个体数,然后用洗衣粉水液对样方中所有枝条进行盆拍(塑料盆口直径 35 cm,洗衣粉水液的浓度稀释 1 000 倍),调查记载害虫及其天敌物种数和个体数.对于一些不能准确鉴定的物种进行编号保存,装毒瓶里带回室内鉴定或请专家鉴定.

1.3 数学分析方法

1.3.1 2 种害虫与其天敌在数量关系上的灰色关联度分析

将 2 种害虫(Y_i)及其天敌(X_j)分别看作一个本征性系统,2 种害虫数量(Y_1)和(Y_2)作为该系统的参照序列.不同时点上的 2 种害虫(Y_1)和(Y_2)与天敌(X_j)在第 k 点上的效果白化值,进行双序列关系分析^[7]:

$$\begin{aligned} Y_i &= \{Y_i(1), Y_i(2), \dots, Y_i(n)\} & i &= 1, 2 \\ X_j &= \{X_j(1), X_j(2), \dots, X_j(n)\} & j &= 1, 2, \dots, M \end{aligned} \quad (1)$$

经数据均值化后得

$$\begin{aligned} Y_i &= \{Y_i(1), Y_i(2), \dots, Y_i(n)\} & i &= 1, 2 \\ X_j &= \{X_j(1), X_j(2), \dots, X_j(n)\} & j &= 1, 2, \dots, M \end{aligned} \quad (2)$$

Y_i 与 X_j 在第 k 点上的关联系数

$$\begin{aligned} R_{ij} &= [\min \min |Y_i(k) - X_i(k)| + \rho \max \max |Y_i(k) - X_i(k)|] / \\ &[\min |Y_i(k) - X_i(k)| + \rho \max \max |Y_i(k) - X_i(k)|] & k &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

式中, ρ 为分辨系数,取值区间 $[0 \sim 1]$,一般取 $\rho = 0.5$,为了扩大几种天敌与 2 种害虫之间关联系数的差距,便于进行分析,本文取 $\rho = 0.8$, $\Delta_{ij}(k) = Y_i(k) - X_j(k)$ 为 Y_i 与 X_j 序列在第 k 点上的绝对值差; $\min |Y_i(k) - X_j(k)|$ 为 1 级最小值,表示找出 Y_i 与 X_j 序列对应点的差值中的最小差;而 $\min \min |Y_i(k) - X_j(k)|$ 为 2 级最小差,表示在 1 级最小差的基础上再找出其中的最小差. $\max |Y_i(k) - X_j(k)|$ 与 $\max \max |Y_i(k) - X_j(k)|$ 分别为 1 级和 2 级最大差,其含义与上述最小差相似. $R(Y_i, X_j) = 1/n \sum r_{ij}(k)$ 即为第 j 种天敌(X_j)与 2 种害虫数量的关联度,其大小反映 X_j 对 Y_i 的联系或影响程度.

1.3.2 时间及空间生态位分析

用 Levins^[8] 的生态位宽度指数公式

$$B = \frac{1}{S \sum P_i^2} \quad (4)$$

式中, B 为物种的生态位宽度; P_i 为物种利用第 i 等级资源占利用总资源的比例; S 为资源系列的等级数.

生态位重叠采用 Levins^[8] 的生态位重叠指数公式

$$L_{ij} = B_i \sum_{i=1}^n P_{ih} \cdot P_{jh} \quad (5)$$

式中 L_{ij} 为物种 i 对物种 j 的生态位重叠, P_{ih} 和 P_{jh} 为每个物种在资源序列的第 h 单位上的比例, B_i 为物种 i 的生态位宽度.

生态位相似性比例采用 Morisita 相似性系数公式^[9]

$$C_{jk} = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{ij} P_{ik}}{\sum_{i=1}^n P_{ij} [(n_{ij} - 1)/(N_j - 1)] + \sum_{i=1}^n P_{ik} [(n_{ik} - 1)/(N_k - 1)]} \quad (6)$$

式中, P_{ij} , P_{ik} 分别表示种 j , k 在第 i 个资源等级上可占的比例, n_{ik} 是 k 物种在 i 资源序列等级上的数量, n_{ij} 是 j 物种在 i 资源序列等级上的数量. N_j , N_k 分别表示 j 物种和 k 物种的个体数量之和.

1.3.3 空间聚集程度差异及原因分析

采用聚集强度指标测定 2 种害虫及其天敌的空间分布格局, 分别采用 Poisson 扩散系数 C , 丛生指数数 I , 聚块性指数 I_w 和久野指数 C_A 4 种聚集强度指数综合分析测定 2 种害虫与其天敌的空间格局^[10].

为了判断 2 种害虫与其天敌空间聚集程度的差异, 用 David 和 Moore^[11] 提出的公式

$$w = -\frac{1}{2} \ln \left(\frac{S_1^2 / \overline{x_1}}{S_2^2 / \overline{x_2}} \right) \quad (7)$$

式中 S_1^2 , S_2^2 , $\overline{x_1}$, $\overline{x_2}$ 分别为两种种群的方差和均数, 用 $|w|$ 的大小判断害虫与其天敌空间聚集程度差异, 若

$|w| > 2.5\sqrt{n-1}$, 则按 5% 水平认为两者显著不同, n 为样本数. 本文中 $n=30$, 可知当 $|w| > 13.4629$

时, 表示害虫与其天敌空间聚集程度差异有统计学意义. 用 Arbous 和 Kerrich^[12] 提出的种群聚集均数公式

$\lambda = \frac{\overline{x}}{2k} \cdot \nu$, 分析花蓟马和茶短须螨及其主要天敌的聚集原因, 式中 $k = \overline{x^2} / (s^2 - \overline{x})$, s^2 为方差, ν 为自由度

等于 $2k$ 时的 $x_{0.50}^2$ 值.

1.3.4 天敌与其目标害虫关系的综合分析

将天敌与目标害虫之间在数量的关联度和时空生态位重叠指数、生态位相似性比例参数, 分别除以本参数值的最大值, 进行标准化处理, 此值暂称密切指数, 参数最大值标准化后的密切指数为 1, 将数量、时间、空间方面的密切指数相加, 其密切指数之和最大的天敌为目标害虫的第一位天敌, 依次类推^[13].

2 结果与分析

全年共调查节肢动物 83 种, 其中植食性昆虫 41 种, 捕食性天敌 35 种, 寄生性和中性昆虫 7 种. 将全年花蓟马和茶短须螨及其全年个体总数达 120 头以上的 14 种捕食性天敌种群数量动态列于表 1 (以 30 样方含只数计), 花蓟马全年有 2 个发生高峰, 第一个高峰是 4 月中旬至 7 月上旬, 第二个高峰是 10 月下旬至 12 月上旬. 茶短须螨一年发生 8 至 10 代, 在 7 月至 9 月数量较多. 天敌以斜纹猫蛛 (*Oxyopes sertatus*)、锥腹肖蛸 (*Tetragnatha maxillosa*)、八点球腹蛛 (*Theridion octomaculatum*)、鳞纹肖蛸 (*Tetragnatha*

squamata)和龟纹瓢虫(*Propylea japonica*)数量较多.

表 1 “安吉茶园”花蓟马和茶短须螨与其主要天敌的种群动态

日期	花蓟马	茶短须螨	斜纹猫蛛	锥腹肖蛸	八点球腹蛛	鳞纹肖蛸	黑色蝇虎	棕管巢蛛	草间小黑蛛	条纹蝇虎	龟纹瓢虫	异色瓢虫	鞍形花蟹蛛	茶色新园蛛	黄金肥蛛	三突花蟹蛛
04—01	0	2	28	44	44	53	7	4	10	0	12	7	7	13	14	4
04—13	163	8	19	18	30	20	11	13	7	1	8	19	11	5	7	6
04—29	291	5	22	19	17	7	14	14	20	1	7	5	14	3	3	6
05—13	445	70	9	9	8	14	15	12	13	0	0	10	11	5	6	4
05—25	1 395	75	6	9	55	10	16	31	11	0	10	11	12	1	1	4
06—09	290	79	4	7	56	5	17	37	16	6	123	54	4	1	5	1
06—22	1 216	41	2	40	21	8	16	49	26	53	93	53	3	13	18	1
07—08	154	39	68	30	22	19	22	22	10	38	75	40	21	6	13	9
07—22	19	75	89	10	12	12	32	19	10	58	29	32	17	9	15	0
08—05	21	213	59	5	4	12	36	26	22	15	3	3	21	8	2	0
08—19	5	85	85	4	5	4	91	13	9	0	2	3	28	2	1	1
09—02	7	42	86	10	8	6	63	24	20	5	6	5	14	12	9	1
09—15	6	3	68	9	8	8	40	11	8	3	31	40	7	15	8	6
09—26	6	26	51	10	8	7	12	25	14	20	19	14	6	20	8	14
10—14	0	44	28	65	59	47	5	9	3	1	11	5	7	32	19	32
10—28	571	23	42	80	60	86	0	12	6	1	7	7	3	18	10	21
11—13	377	7	39	71	37	73	0	3	14	0	5	6	6	16	7	10
12—02	36	1	23	83	62	50	0	1	3	1	0	3	1	10	2	6
合计	5 002	838	728	523	516	441	397	325	222	203	441	317	193	189	148	126

2.1 花蓟马和茶短须螨与其天敌在数量上的关系

害虫与其天敌之间在数量上关联度值越大,表明两者之间在数量上关系越密切,现将 2 种害虫与全年个体数量 200 头以上的 10 种捕食性天敌在数量上关联度值列于表 2,可看出与花蓟马之间关联度大的前 5 位天敌依次是八点球腹蛛、锥腹肖蛸、草间小黑蛛(*Erigonidium graminicolum*)、条纹蝇虎(*Plexippus setipet*)和龟纹瓢虫(*Propylea japonica*).与茶短须螨之间关联度大的前 5 位天敌依次是黑色蝇虎(*Plexippus paykulli*)、草间小黑蛛、棕管巢蛛(*Clubiona japonicola*)、斜纹猫蛛(*Oxyopes sertatus*)和异色瓢虫(*Leis axyridis*).

表 2 花蓟马和茶短须螨与其天敌之间的关联度

物 种	斜纹猫蛛	锥腹肖蛸	八点球腹蛛	鳞纹肖蛸	黑色蝇虎	棕管巢蛛	草间小黑蛛	条纹蝇虎	龟纹瓢虫	异色瓢虫
花蓟马	0.752 2	0.808 0	0.825 1	0.786 1	0.749 3	0.754 8	0.804 1	0.800 7	0.793 6	0.787 6
茶短须螨	0.817 5	0.764 6	0.797 2	0.764 2	0.836 1	0.824 8	0.825 2	0.800 2	0.797 9	0.804 3

2.2 花蓟马和茶短须螨与其天敌在空间上的关系

害虫与其天敌在空间上的关系,两者之间空间生态位重叠指数越大,表明两者之间在空间上关系越密切,亦即天敌在空间上对害虫的跟随关系越密切.与花蓟马空间生态位重叠指数大的前 5 位天敌依次是龟纹瓢虫(0.894 2)、草间小黑蛛(0.790 1)、异色瓢虫(0.773 2)、棕管巢蛛(0.759 7)和条纹蝇虎(0.754 4).与茶短须螨空间生态位重叠指数大的前 5 位天敌依次是黑色蝇虎(0.759 9)、斜纹猫蛛(0.646 6)、草间小黑蛛(0.617 4)、棕管巢蛛(0.574 8)和鳞纹肖蛸(0.396 0).

空间生态位相似系数表示害虫与天敌空间生态位相似性的大小,空间生态位相似系数越大表明两者之

间空间关系越密切,即天敌对目标害虫在空间上的跟随关系越密切.与花蓟马空间生态位相似系数大的前 5 位天敌依次是斜纹猫蛛(1.779 6)、鳞纹肖蛸(1.490 4)、草间小黑蛛(1.158 4)、龟纹瓢虫(1.023 9)和异色瓢虫(0.975 9).与茶短须螨空间生态位相似系数大的前 5 位天敌依次是草间小黑蛛(1.085 7)、黑色蝇虎(0.930 8)、棕管巢蛛(0.878 8)、斜纹猫蛛(0.847 8)和鳞纹肖蛸(0.792 1).

2.3 花蓟马和茶短须螨与其天敌在发生时间上的关系

天敌与害虫之间在发生时间上的时间生态位重叠指数越高,表明天敌在时间上对目标害虫的跟随关系越密切.与花蓟马之间的时间生态位重叠指数大的前 5 位天敌依次是棕管巢蛛(0.719 9)、草间小黑蛛(0.620 7)、八点球腹蛛(0.592 0)、异色瓢虫(0.542 8)和龟纹瓢虫(0.495 2).与茶短须螨之间的时间生态位重叠指数大的前 5 位天敌依次是棕管巢蛛(0.736 3)、草间小黑蛛(0.734 0)、黑色蝇虎(0.677 5)、斜纹猫蛛(0.635 3)和条纹蝇虎(0.474 8).

天敌与害虫之间在发生时间上的时间生态位相似系数越大,表明天敌对目标害虫在时间上的跟随关系越密切.与花蓟马在时间上的时间生态位相似系数大的前 5 位天敌依次是棕管巢蛛(0.678 8)、八点球腹蛛(0.562 4)、异色瓢虫(0.534 6)、草间小黑蛛(0.527 9)和龟纹瓢虫(0.498 2).与时间生态位重叠指数大的前 5 位天敌种类一致.与茶短须螨在时间上的时间生态位相似系数大的前 5 位天敌依次是棕管巢蛛(0.737 2)、草间小黑蛛(0.729 5)、黑色蝇虎(0.687 1)、斜纹猫蛛(0.632 9)和异色瓢虫(0.475 4).与时间生态位重叠指数大的前 5 位天敌的其中 4 位相同.

2.4 花蓟马和茶短须螨与其天敌在数量、时间和空间关系上的综合分析

将 2 种害虫与其天敌在数量、时间和空间关系的密切指数之和列于表 3,密切指数之和越大,表明该天敌与目标害虫关系越密切.与花蓟马密切指数之和大的前 5 位天敌依次是棕管巢蛛、草间小黑蛛、龟纹瓢虫、异色瓢虫和锥腹肖蛸.与茶短须螨密切指数之和大的前 5 位天敌依次是草间小黑蛛、黑色蝇虎、棕管巢蛛、斜纹猫蛛和鳞纹肖蛸.

表 3 花蓟马和茶短须螨与其天敌关系参数的标准化值

害 虫	参 数	斜纹 猫蛛	锥腹 肖蛸	八点 球腹蛛	鳞纹 肖蛸	黑色 蝇虎	棕管 巢蛛	草间 小黑蛛	条纹 蝇虎	龟纹 瓢虫	异色 瓢虫
花蓟马	A	0.911 6	0.979 3	1	0.952 7	0.908 1	0.914 8	0.974 5	0.970 4	0.961 8	0.954 5
	B	0.237 8	0.774 7	0.063 9	0.398 3	0.654 4	0.849 6	0.883 6	0.843 7	1	0.864 7
	C	1	0.485 6	0.528 8	0.837 6	0.359 2	0.536 0	0.650 9	0.496 6	0.575 4	0.548 4
	D	0.254 8	0.621 2	0.822 3	0.536 3	0.323 2	1	0.862 2	0.547 9	0.687 9	0.754 0
	E	0.254 9	0.642 3	0.828 5	0.560 5	0.338 8	1	0.844 0	0.585 6	0.733 9	0.787 6
	Σ	2.659 1	3.503 1	3.243 5	3.285 4	2.583 7	4.300 4	4.215 2	3.444 2	3.959 0	3.909 2
	序号	9	5	8	7	10	1	2	6	3	4
茶短须螨	A	0.977 8	0.914 5	0.953 5	0.914 0	1	0.986 5	0.987 0	0.957 1	0.954 3	0.962 0
	B	0.850 9	0.027 0	0.350 3	0.521 1	1	0.756 4	0.812 5	0.175 5	0.135 0	0.081 1
	C	0.780 9	0.138 6	0.258 3	0.729 6	0.857 3	0.809 4	1	0.450 5	0.693 1	0.415 9
	D	0.862 8	0.367 5	0.586 1	0.393 0	0.920 1	1	0.996 9	0.644 8	0.573 0	0.635 2
	E	0.858 5	0.370 9	0.568 2	0.397 7	0.932 0	1	0.989 6	0.635 5	0.570 4	0.644 9
	Σ	4.330 9	1.818 5	2.716 4	2.955 4	4.709 4	4.552 3	4.786 0	2.863 4	2.925 8	2.739 1
	序号	4	10	9	5	2	3	1	7	6	8

注:A:数量上的关联度,B:空间生态位重叠指数,C:空间生态位相似系数,D:时间生态位重叠指数,E:时间生态位相似系数.

2.5 花蓟马及其主要的 5 种天敌空间的聚集程度差异原因

花蓟马及其关系密切的前 5 位天敌空间格局的聚集程度指数列于表 4,花蓟马均是聚集格局.天敌

与花蓟马之间的 $|w|$ 值均小于 13.462 9($n=30$),表明花蓟马与其 5 种主要的天敌之间的聚集程度差异无统计学意义. 根据 Blackith^[14]提出判断聚集原因的标准,花蓟马的 λ 值均大于 2,表明花蓟马的聚集是由自身原因引起的. 龟纹瓢虫 6 月 9 日,6 月 22 日和 7 月 8 日的 λ 值均大于 2,表明这 3 个时段龟纹瓢虫的聚集是由自身原因引起的. 其它 4 种主要天敌的种群聚集均数 λ 值均小于 2,表明其聚集是由环境中某一因素引起的.

表 4 花蓟马与其天敌的聚集强度和集聚程度指数

时间	物 种	扩散系数 C	I	C_A	$ w $	$\overline{x}$	λ	分布
05—13	花蓟马	5.658 9	4.658 9	0.273 6	—	14.833 3	12.866 8	聚集
	锥腹肖蛸	0.954 0	−0.046 0	−0.153 3	0.890 2	0.300 0	−0.283 8	随机
	棕管巢蛛	1.137 9	0.137 9	0.345 0	0.802 0	0.400 0	0.300 8	聚集
	草间小黑蛛	1.933 7	0.933 7	2.155 2	0.536 9	0.433 3	0.212 4	聚集
	龟纹瓢虫	0	0	0	0	0	0	—
	异色瓢虫	0.689 7	−0.310 3	−0.930 8	1.052 4	0.333 3	−0.211 8	随机
05—25	花蓟马	6.655 9	5.655 9	0.121 6	—	46.500 0	43.380 8	聚集
	锥腹肖蛸	1.873 6	0.873 6	2.912 9	0.633 8	0.300 0	0.119 5	聚集
	棕管巢蛛	1.033 4	0.033 4	0.032 3	0.931 2	1.033 3	1.024 0	聚集
	草间小黑蛛	1.219 3	0.219 3	0.597 9	0.848 6	0.366 7	0.256 5	聚集
	龟纹瓢虫	1.310 5	0.310 5	0.931 7	0.812 5	0.333 3	0.208 1	聚集
	异色瓢虫	1.595 5	0.595 5	1.624 2	0.714 2	0.366 7	0.135 5	聚集
06—09	花蓟马	8.655 3	7.655 3	1.098 9	—	6.966 7	5.236 5	聚集
	锥腹肖蛸	1.088 8	0.088 8	0.380 3	1.036 5	0.233 3	0.193 6	聚集
	棕管巢蛛	0.988 8	−0.001 2	−0.000 9	1.084 7	1.233 3	−1.230 8	随机
	草间小黑蛛	0.870 7	−0.129 3	−0.242 3	1.148 3	0.523 3	−0.474 1	随机
	龟纹瓢虫	1.452 5	0.452 5	0.110 4	0.892 4	4.100 0	3.923 1	聚集
	异色瓢虫	0.666 7	−0.333 4	−0.185 2	1.281 8	1.800 0	−1.723 3	随机
06—22	花蓟马	3.227 2	2.227 2	0.054 9	—	40.533 3	38.976 2	聚集
	锥腹肖蛸	1.051 8	0.051 8	0.038 8	0.560 6	1.333 3	1.267 6	聚集
	棕管巢蛛	1.160 5	0.160 5	0.098 3	0.511 4	1.633 3	0.434 3	聚集
	草间小黑蛛	0.854 1	−0.145 9	−0.168 7	0.392 8	0.866 7	−0.755 8	随机
	龟纹瓢虫	1.320 4	0.320 4	0.103 3	0.446 8	3.100 0	2.937 6	聚集
	异色瓢虫	1.197 8	0.197 8	0.111 9	0.495 6	1.766 7	1.615 8	聚集
07—08	花蓟马	2.602 8	1.602 8	0.312 2	—	5.133 3	4.279 5	聚集
	锥腹肖蛸	0.965 5	−0.034 6	−0.034 5	0.495 8	1.000 0	−0.971 9	随机
	棕管巢蛛	1.122 3	0.122 3	0.823 0	0.420 6	0.733 3	0.694 8	聚集
	草间小黑蛛	0.689 8	−0.310 2	−0.930 7	0.664 0	0.333 3	−0.210 9	随机
	龟纹瓢虫	1.372 4	0.372 4	0.149 0	0.320 0	2.500 0	2.297 7	聚集
	异色瓢虫	0.896 6	−0.103 4	−0.077 6	0.532 8	1.333 3	−1.258 8	随机

2.6 茶短须螨及其主要的 5 种天敌空间的聚集程度差异原因

茶短须螨及其关系密切的前 5 位天敌空间格局的聚集程度指数见表 5,茶短须螨 5 月 25 日为随机格局,其余均是聚集格局. 天敌与茶短须螨之间的 $|w|$ 值均小于 13.462 9($n=30$),表明茶短须螨与其 5 种主要的天敌之间的聚集程度差异无统计学意义. 茶短须螨的种群聚集均数 λ 值 6 月 9 日为 2.039 7, λ 大于 2,

表明此时的聚集是由自身原因引起的. 其余 4 次的 λ 值均小于 2, 表明其聚集是由环境中某一因素引起的. 5 种天敌的种群聚集均数 λ 值均小于 2, 表明其聚集是由环境中某一因素引起的.

表 5 茶短须螨与其天敌的聚集强度和集聚程度指数

时间	物 种	扩散系数 C	I	C_A	$ \omega $	$\overline{x}$	λ	分布
05—13	茶短须螨	2.522 2	1.522 2	0.652 4	—	2.333 3	1.781 0	聚集
	斜纹猫蛛	0.724 1	−0.275 9	−0.020 9	0.624 0	0.300 0	−0.187 7	随机
	鳞纹肖蛸	1.142 8	0.142 8	0.305 8	0.395 8	0.466 7	0.452 3	聚集
	黑色蝇	0.655 2	−0.344 8	−0.689 6	0.674 0	0.500 0	−0.403 4	随机
	棕管巢蛛	1.137 9	0.137 9	0.345 0	0.398 0	0.400 0	0.300 8	聚集
	草间小黑蛛	1.933 7	0.933 7	2.155 2	0.132 8	0.433 3	0.212 4	聚集
05—25	茶短须螨	0.917 2	−0.082 8	−0.033 1	—	2.500 0	−2.455 5	随机
	斜纹猫蛛	1.172 4	0.172 4	0.862 5	0.122 7	0.200 0	0.119 5	聚集
	鳞纹肖蛸	1.103 6	0.103 6	0.310 6	0.092 5	0.333 3	0.276 3	聚集
	黑色蝇	1.388 0	0.388 0	0.727 5	0.207 1	0.533 3	0.459 0	聚集
	棕管巢蛛	1.033 4	0.033 4	0.032 3	0.059 6	1.033 3	1.024 0	聚集
	草间小黑蛛	1.219 3	0.219 3	0.597 9	0.142 4	0.366 7	0.256 5	聚集
06—09	茶短须螨	2.724 2	1.724 2	0.654 8	—	2.633 3	2.039 7	聚集
	斜纹猫蛛	0.896 8	−0.103 2	−0.776 6	0.555 5	0.133 3	−0.120 9	随机
	鳞纹肖蛸	0.861 9	−0.138 1	−0.827 7	0.575 4	0.166 7	−0.095 6	随机
	黑色蝇	1.665 2	0.665 2	1.173 8	0.492 2	0.566 7	0.461 0	聚集
	棕管巢蛛	0.988 8	−0.001 2	−0.000 9	0.506 7	1.233 3	−1.230 8	随机
	草间小黑蛛	0.870 7	−0.129 3	−0.242 3	0.570 3	0.533 3	0.474 1	随机
06—22	茶短须螨	1.538 2	0.538 2	0.393 8	—	1.366 7	1.168 0	聚集
	斜纹猫蛛	0.965 0	−0.035 0	−0.517 0	0.233 1	0.066 7	−0.057 9	随机
	鳞纹肖蛸	1.017 2	0.017 2	0.064 7	0.206 8	0.266 7	0.258 7	聚集
	黑色蝇	1.258 7	0.258 7	0.048 5	0.110 3	0.533 3	0.434 3	聚集
	棕管巢蛛	1.160 5	0.160 5	0.098 3	0.140 8	1.633 3	1.553 7	聚集
	草间小黑蛛	0.854 1	−0.145 9	−0.168 7	0.294 2	0.866 7	−0.755 8	随机
07—08	茶短须螨	1.228 2	0.228 2	0.175 5	—	1.300 0	1.179 5	聚集
	斜纹猫蛛	1.747 4	0.747 4	0.238 1	0.176 3	2.266 7	1.986 8	聚集
	鳞纹肖蛸	0.597 2	−0.402 8	−0.636 1	0.360 5	0.633 3	−0.475 3	随机
	黑色蝇	1.498 6	0.498 6	0.679 9	0.099 5	0.733 3	0.588 3	聚集
	棕管巢蛛	1.122 3	0.122 3	0.166 8	0.045 1	0.733 3	0.694 8	聚集
	草间小黑蛛	0.689 8	−0.310 2	−0.930 7	0.288 5	0.333 3	−0.210 9	随机

3 结论与讨论

用灰色关联度分析法和生态位分析法综合分析花蓟马和茶短须螨与其天敌在数量、时间和空间关系上的密切程度. 结果表明, 与花蓟马在数量、时间和空间关系密切的前 5 位天敌依次是棕管巢蛛、草间小黑蛛、龟纹瓢虫、异色瓢虫和锥腹肖蛸; 与茶短须螨在数量、时间和空间关系密切的前 5 位天敌依次是草间小黑蛛、黑色蝇虎、棕管巢蛛、斜纹猫蛛和鳞纹肖蛸. 花蓟马 5 个时段的空间格局均是聚集格局, 5 种主要天敌与花蓟马的 $|w|$ 值均小于 13.462 9, 两者之间的聚集差异无统计学意义. 花蓟马的聚集是自身原因引

起的,天敌龟纹瓢虫的聚集也是自身原因引起的,其余 4 种天敌的聚集是由环境中某一因素引起的.茶短须螨 5 月 25 日是随机格局,其余是聚集格局.茶短须螨与其 5 种主要天敌的 $|w|$ 值均小于 13.262 9,聚集程度差异无统计学意义.茶短须螨 6 月 9 日的种群聚集指数 λ 为 2.039 7,此时的聚集是由自身原因引起的,其余时间以及 5 种天敌的聚集都是由环境中某一因素引起的.

一种害虫有多种天敌,一种天敌多数情况下又取食多种害虫,这是一种复杂的食与被食的网络关系.为了有效利用和保护自然天敌,评判害虫的主要天敌是一件必须要做的工作^[15].多种害虫发生的高峰时间不完全相同,针对目标害虫的防治,可采用一系列有效的措施,如施用选择性农药和调整施药时间,科学地保护自然天敌.这样既可减少农药对环境及茶叶的污染,也降低了对主要天敌的杀伤作用,起到持续控制害虫和促进茶园生态系统的良性循环的作用.在一般情况下,目标害虫的天敌能够有效控制目标害虫,必然对目标害虫在数量、空间和发生时间上有密切的跟随关系^[16-24],对这种关系的精确分析,目前尚没有统一的标准方法,本文是对这项工作的一种尝试.

参考文献:

- [1] YUE Bi-song. Growth, Reproduction and Field Population Dynamics of *Franklinella bispinosa* (Thysan-Otera; Thripidae) [J]. Entomologia Sinica, 2001, 8(3): 265—270.
- [2] 张鲁民,刘志诚,孙兴全,等.南方小花蝽和花蓟马种群季节动态及捕食功能反应[J].中国生物防治,2008,24(增刊):21—27.
- [3] 祝晓云,张蓬军,吕要斌.花蓟马雄虫释放的聚集信息素的分离和鉴定[J].昆虫学报,2012,55(4):376—385.
- [4] 宋晓川,齐石成,刘波.茶短须螨种群分布密度及方差分析[J].福建农业科技,1993(4):19.
- [5] 洪兆春.重庆金佛山蜻蜓目昆虫区系调查[J].西南大学学报(自然科学版),2014,36(7):33—38.
- [6] 王品维,廖文莉,童森森,等.快满特·竹焦油乳油防治茶树叶螨效果初报[J].浙江农业科技,2010(3):590—591.
- [7] 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.
- [8] LEVINS R. Evolution in Changing Environments [M]. Princeton New Jersey: Princeton University Press, 1968: 120—121.
- [9] 张金屯.植被数量生态学方法[M].北京:科学技术出版社,1995.
- [10] 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.
- [11] DAVID F N, MOORE P G. Notes on Contagious Distributions in Plant Populations [J]. Annals of Botany, 1954(18): 47—53.
- [12] ARBOUS A G, KERRICH J E. Accident Statistics and the Concept of Accident-Proneess [J]. Biometrics, 1951(7): 340—432.
- [13] 施晓丽,毕守东,耿继光,等.“518”油桃主要害虫与其捕食性天敌的关系[J].生态学报,2011,31(15):4372—4384.
- [14] BLACKITH R E. Nearest-Neighbour Distance Measurements for the Estimation of Animal Populations [J]. Ecology, 1958(39): 147—150.
- [15] 邹运鼎.害虫管理中的天敌评价理论与应用[M].北京:中国林业出版社,1997:27—90.
- [16] 秦玉川,蔡宁华,黄可训.卵形短须螨、苹果全爪螨及其捕食性天敌生态位的研究——时间与空间生态位[J].生态学报,1991,11(4):331—337.
- [17] 毕守东,邹运鼎,陈高潮,等.影响棉蚜种群数量的优势种天敌的灰色系统分析[J].应用生态学报,2000,11(3):417—420.
- [18] 邹运鼎,李磊,毕守东,等.石榴园棉蚜及其天敌之间的关系[J].应用生态学报,2004,15(12):2325—2329.
- [19] 邹运鼎,李昌根,周夏芝,等.葡萄跳叶甲和捕食性天敌草间小黑蛛的空间格局及其联系[J].植物保护学报,2007,34(3):241—246.
- [20] 王晓翠,徐玉蕊,李先秀,等.三种蔷薇科果树小绿叶蝉及捕食性天敌种群动态的比较[J].生态学报,2010,30(5):1272—1279.
- [21] 赵鹏,付文锋,赵燕红,等.不同播期辣椒和番茄上烟粉虱成虫与捕食性天敌之间的关系[J].生态学报,2009,

29(10): 5455—5462.

[22] 徐玉蕊, 王晓翠, 林雪飞, 等. 砀山酥梨梨网蝽与其天敌关系动态分析 [J]. 南京农业大学学报, 2010, 33(3): 71—76.

[23] 付文锋, 赵 鹏, 陶金昌, 等. 番茄田烟粉虱与其天敌的时空关系 [J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(4): 77—83.

Study of the Spatial Relationships of *Frankliniella Intonsa* and *Brevipalpus Obovatus* Donnadieu with Their Natural Predators in Anji White Tea Garden

WANG Jian-pan¹, LIU Fei-fei¹, BI Shou-dong¹,
GENG Ji-guang², ZHOU Xia-zhi¹, ZOU Yun-ding¹,
QIN Sheng¹, WANG Zhen-xing¹, LI Shang¹, CHEN Yun¹

1. Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2. Central station of plant protection in Anhui province, Hefei 230001, China

Abstract: Spiders and ladybird enemies are the main biological resources of biological control of insect pests. In order to reasonably protect and utilize natural enemies for pest control, system survey of main pests and natural enemies was conducted in Anji white tea garden. Then the quantity, and the temporal and spatial relationships of *Frankliniella intonsa* and *Brevipalpus obovatus* Donnadieu with their predators were analyzed by using grey relational and ecological niche analyses. It was determined that the five dominant natural predators of *Frankliniella intonsa* were *Clubiona japonicola*, *Erigonidium graminicolum*, *Propylea japonica*, *Leis axyridis* and *Tetragnatha maxillosa*. And the five dominant natural predators of *Brevipalpus obovatus* Donnadieu were *Erigonidium graminicolum*, *Plexippus paykulli*, *Clubiona japonicola*, *Oxyopes sertatus* and *Tetragnatha squamata*. The results also showed that the spatial pattern of *Frankliniella intonsa* were all gathered pattern in five times. The $|w|$ values of *Frankliniella intonsa* with five main natural enemies were all less than 13.462 9, which means that the gathered degree difference was not significant between them. The λ values of gathering average of *Frankliniella intonsa* was great than two, indicating that the aggregation of *Frankliniella intonsa* were caused by itself. And the aggregation of *Propylea japonica* were also caused by itself. But the aggregation of other four kinds enemies were caused by different environmental factors. The distribution pattern of *Brevipalpus obovatus* Donnadieu was random pattern in May 25, and the other days were gathered pattern. The $|w|$ values of *Brevipalpus obovatus* Donnadieu with five main natural enemies were all less than 13.462 9, which means that the gathered difference was not significant. The λ values of gathering average of *Brevipalpus obovatus* Donnadieu was 2.039 7 in June 9, indicating that the aggregation of it was caused by itself. However, the aggregation of the other four days of *Brevipalpus obovatus* Donnadieu and its five enemies were caused by different environmental factors.

Key words: *Frankliniella intonsa*; *Brevipalpus obovatus* Donnadieu; grey correlation degree; ecological niche analyses; dominant natural enemies

