

茶园黑刺粉虱和茶叶甲成虫与其捕食性天敌之间的关系

郭 骅¹, 周夏芝², 毕守东³, 邹运鼎², 杨 林¹, 柯胜兵¹,
施晓丽¹, 林 源¹, 柯 磊¹, 陈向阳⁴

(1 安徽农业大学 生命科学学院, 安徽 合肥 230036; 2 安徽农业大学 林学与园林学院, 安徽 合肥 230036;
3 安徽农业大学 理学院, 安徽 合肥 230036; 4 黄山学院, 安徽 黄山 245041)

摘要:为了保护和利用天敌综合防治茶园害虫, 首先, 比较“平阳特早”茶园季节间害虫及其天敌的种群差异, 结果表明, 2010 年春夏与秋冬之间, 黑刺粉虱、茶叶甲、异色瓢虫、三突花蟹蛛、鳞纹肖蛸、棕管巢蛛、草间小黑蛛、斜纹猫蛛、龟纹瓢虫和八斑球腹蛛的 t 值均小于 $t_{0.05}$ (2. 13), 差异不显著. 并采用灰色系统和生态位分析法, 对 2010 年春季夏季茶园 2 种害虫与其天敌在数量、时间、空间等方面关系进行分析, 2010 年春季夏季黑刺粉虱的主要天敌是鳞纹肖蛸、三突花蟹蛛和八斑球腹蛛; 茶叶甲的主要天敌是龟纹瓢虫、异色瓢虫和草间小黑蛛; 2010 年秋季冬季黑刺粉虱的主要天敌是鳞纹肖蛸、三突花蟹蛛和斜纹猫蛛. 茶叶甲的是异色瓢虫、三突花蟹蛛和龟纹瓢虫. 黑刺粉虱 (2010 年 4 月 24 日) 的种群聚集均数 λ 大于 2, 其聚集是本身特性造成的, 2 个时间段所有天敌的 λ 值都小于 2, 其聚集是环境中某一因素所致.

关键词: 茶园; 害虫; 捕食性天敌; 种群动态; 数学分析
中图分类号: Q968. 1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-411X(2013)03-0345-07

Relationships between *Aleurocantus spiniferus* Quaintance and *Demotina fasciculata* Baly and Their Predatory Natural Enemies in Tea Garden

GUO Hua¹, ZHOU Xiaozhi², BI Shoudong³, ZOU Yunding², YANG Lin¹, KE Shengbing¹,
SHI Xiaoli¹, LIN Yuan¹, KE Lei¹, CHEN Xiangyang⁴

(1 School of Life Science, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China; 2 School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China; 3 School of Science, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China; 4 Huangshan University, Huangshan 245041, China)

Abstract: In order to conserve and utilize natural enemies for comprehensive control of pests in tea garden, the seasonal variations of population quantities of two pests and their natural enemies in “Ping yang te zao” tea garden were investigated systematically. The results of a paired t -testing showed that the t values of eight natural enemy numbers, i. e. *Leis axyridis* (Pallas); *Misumenops tricuspidatus* (Fabr.); *Tetragnatha squamata* (Karsch); *Clubiona japonicola* (Boes. et Str.); *Erigonidium graminicolum* (Sundevall); *Oxyopes sertatus* (L. Koch); *Propylea japonica* (Thunberg); *Theridion octomaculatum* (Boes. et Str.), were respectively 0. 78, 1. 65, 0. 81, 0. 16, 2. 09, 1. 72, 1. 38 and 0. 79, between the seasons

收稿日期:2012-05-24 网络出版时间:2013-06-13
网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20130613.1424.025.html>
作者简介:郭 骅(1986—),男,硕士研究生;通信作者:周夏芝(1973—),女,副教授,硕士,E-mail:zhouxz@ahau.edu.cn;毕守东(1963—),男,教授,博士,E-mail:bishoudong@163.com
基金项目:国家自然科学基金(30871444);国家重点基础研究发展计划(2010CB126206);安徽省自然科学基金项目(11040606M71);安徽省教育厅重点项目(KJ2008A139);安徽省高等学校省级自然科学基金项目(KJ2011B166)

of spring-summer and autumn-winter in 2010, which all were significantly lower than 2.13 ($t_{0.05}$ value), indicating that there was no significant difference between numbers of two insects and their natural enemies during the two seasons of spring-summer and autumn-winter in “Ping yang te zao” tea garden. The quantity, time and space framework of *Aleurocantus spiniferus* (Quaintance) and *Demotina fasciculata* (Baly) and their predatory natural enemies in 2010 spring-summer season and autumn-winter season were systematically studied using grey system analysis, ecological niche analysis and aggregated-intensity index analysis of spatial patterns. The synthetic ranking results indicated that in 2010 spring-summer season, the orders of main natural enemies of *Aleurocantus spiniferus* (Quaintance) and *Demotina fasciculata* (Baly) were respectively *Tetragnatha squamata* (Karsch), *Misumenops tricuspidatus* (Fabr.) and *Theridion octomaculatum* (Boes. et Str.), *Propylea japonica* (Thunberg), *Leis axyridis* (Pallas) and *Erigonidium graminicolum* (Sundevall). In 2010 autumn-winter season, the orders of main natural enemies of the two pests were respectively *Tetragnatha squamata* (Karsch), *Misumenops tricuspidatus* (Fabr.) and *Clubiona japonicola* (Boes. et Str.); *Leis axyridis* (Pallas), *Misumenops tricuspidatus* (Fabr.) and *Propylea japonica* (Thunberg). In addition, the results also showed that the λ value of gathering average of *Aleurocantus spiniferus* (Quaintance) was over 2 in April 24, 2010, indicating that the aggregation of pest was caused by itself. However, the λ values of gathering average of all enemies were smaller than 2, implying that the aggregation of most natural enemies was caused by different environmental factors.

Key words: tea garden; pest; predatory natural enemy; population dynamics; mathematical analysis

茶树害虫的危害严重影响了茶叶的产量和品质,天敌对害虫种群数量的消长有重要控制作用,黑刺粉虱 *Aleurocantus spiniferus* (Quaintance) 天敌有 20 种蜘蛛和 27 种捕食性天敌昆虫^[1-2]. 茶叶甲 *Demotina fasciculata* (Baly) 幼虫在土中取食茶树根,成虫取食夏梢成叶,对夏茶质量有一定影响^[3]. 天敌是持续控制害虫危害的重要措施,在综合防治时,必须明确茶园主要天敌的种类. 合肥茶园黑刺粉虱和茶叶甲与其天敌之间关系未见报道. 本文研究了 2 种害虫与其天敌在数量、时间、空间等方面的关系,评判出它们的主要天敌,为黑刺粉虱和茶叶甲的综合防治提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 材料

调查地点为安徽农业大学茶园,该茶园面积为 0.2 hm². 调查时间为 2010 年 4 月 4 日至 12 月 21 日,每半个月调查 1 次,春夏季期间共调查 8 次,秋冬季期间共调查 9 次,共调查 17 次.

茶树品种为“平阳特早”,该品种于 1998 年秋在浙江平阳县海拔 528 米的大坪山被发现,经过单株选育而成,属小乔木型中叶类特早生种. 其采摘期早而长,适应性强,抗逆性强,适制性广,营养生长旺盛、无生殖生长^[4].

1.2 调查取样

采用平行跳跃法随机取样,调查方法与杨林等^[5]相同,调查记载害虫及其天敌物种数和个体数. 在调查过程中,现场记录物种种类和个体数,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 用灰色系统分析方法对 2 种害虫与其天敌在数量上的关系进行分析^[6-7] 将 2 种害虫数量 (Y_i) 及其天敌数量 (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. 不同时段上的 Y_1 和 Y_2 与 X_j 在第 k 点上的效果白化值,进行双序列关系分析:

$$Y_i = \{ Y_i(1), Y_i(2), \dots, Y_i(n) \}, i = 1, 2; X_j = \{ X_j(1), X_j(2), \dots, X_j(n) \}, j = 1, 2, \dots, M,$$
经数据均值化后得:

$$Y_i = \{ Y_i(1), Y_i(2), \dots, Y_i(n) \}, i = 1, 2; X_j = \{ X_j(1), X_j(2), \dots, X_j(n) \}, j = 1, 2, \dots, M,$$
 Y_i 与 X_j 在第 k 点上的关联系数:

$$R_{ij} = [\min \min | Y_i(k) - X_i(k) | + \rho \max \max | Y_i(k) - X_i(k) |] / [| Y_i(k) - X_i(k) | + \rho \max \max | Y_i(k) - X_i(k) |], k = 1, 2, \dots, n.$$

式中, ρ 为分辨系数,取值区间为 0 ~ 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,本研究取 $\rho = 0.8$, $\Delta_{ij}(k) = Y_i(k) - X_j(k)$ 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 Levins^[8] 的生态位宽度指数公式:

$$B = \frac{1}{S \sum P_i^2},$$

式中, B 为物种的生态位宽度; P_i 为物种利用第 i 等级资源占用总资源的比例; S 为资源系列的等级数. Levins^[8] 的生态位重叠指数公式:

$$L_{ij} = B_i \sum_{i=1}^n P_{ih} \cdot P_{jh},$$

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]:

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

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.

害虫与天敌在时间和空间上重叠指数和相似性比例越大,表示天敌在时间上和空间上跟随关系越密切.

1.3.3 害虫及天敌的空间聚集程度差异分析^[10] 采用 Poisson 扩散系数 C 、丛生指标数 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 2 种害虫与其天敌的空间格局. 采用 David 等^[11] 的公式:

$$w = -\frac{1}{2} \ln \left(\frac{S_1^2/\bar{x}_1}{S_2^2/\bar{x}_2} \right),$$

式中, $S_1^2, S_2^2, \bar{x}_1, \bar{x}_2$ 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 $|w| > 2.5 \sqrt{n-1}$,则在 5% 水平认为两者显著不同, n 为样本数. 用 Arbous 等^[12] 提出的种群聚集均数公式 $\lambda = \frac{\bar{x}v}{2k}$,分析黑刺粉虱和茶叶甲及其主要天敌的聚

集原因,式中, $k = \bar{x}^2/(s^2 - \bar{x})$, s^2 为方差, v 为自由度等于 $2k$ 时的 $\chi^2_{0.05}$ 值.

1.3.4 天敌与其目标害虫之间关系的综合分析 将表示天敌与目标害虫之间数量、时间、空间关系的 3 种参数,分别除以本参数的最大值,此值暂称密切指数,参数最大值标准化后的密切指数是 1,将数量、时间、空间上的密切指数相加,密切指数之和和最大的天敌就是目标害虫的第一位天敌,依次类推^[13].

2 结果与分析

2.1 黑刺粉虱和茶叶甲及天敌种群数量动态分析 2010 年在平阳特早茶园共调查到节肢动物 66 种,其中植食性昆虫 32 种,寄生性昆虫 8 种,捕食性天敌 26 种. 将黑刺粉虱和茶叶甲及其 8 种主要捕食性天敌种群数量调查结果列于表 1,平阳特早茶园黑刺粉虱虫口数量春夏数量很多;茶叶甲虫口数量 6 月 8 日、9 月 28 日和 10 月 16 日较多.

春夏季与秋冬季之间害虫及其天敌种群数量的 t 检验值为黑刺粉虱 1.90,茶叶甲 1.12,草间小黑蛛 2.09,斜纹猫蛛 1.72,八斑球腹蛛 0.79,三突花蟹蛛 1.65,鳞纹肖蛸 0.81,棕管巢蛛 0.16,龟纹瓢虫 1.38,异色瓢虫 0.78,均小于 $t_{0.05}(2.31)$,差异不显著.

表 1 茶园主要害虫与其天敌数量上的季节动态⁽¹⁾
Tab.1 Seasonal variations of the number of two pests and their natural enemies in tea garden

季节	日期	Y_1	Y_2	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
春夏	04-04	60	0	12	0	25	15	26	14	2	0
	04-24	68	1	4	6	7	12	27	0	0	2
	05-10	65	0	8	10	4	13	1	1	0	1
	05-25	28	0	9	4	3	1	0	4	1	1
	06-08	2	26	22	2	9	5	1	6	24	20
	06-22	6	5	39	4	4	6	0	1	28	14
	07-10	12	3	16	1	6	6	0	26	5	2
	07-26	0	0	7	71	3	4	2	2	4	0
	08-12	0	1	0	74	0	6	0	7	0	0
	08-31	0	11	1	17	2	4	2	21	0	2
秋冬	09-15	0	19	4	25	2	4	1	9	6	9
	09-28	0	24	5	28	0	3	0	4	8	4
	10-16	0	25	20	30	3	5	0	11	7	9
	10-31	0	5	12	26	13	10	0	6	2	1
	11-14	0	2	1	30	4	7	1	8	0	0
	11-25	2	0	5	25	20	1	5	0	0	0
	12-21	61	0	0	12	0	1	21	0	0	0

1) Y_1 黑刺粉虱; Y_2 茶叶甲; X_1 草间小黑蛛; X_2 斜纹猫蛛; X_3 八斑球腹蛛; X_4 三突花蟹蛛; X_5 鳞纹肖蛸; X_6 棕管巢蛛; X_7 龟纹瓢虫; X_8 异色瓢虫; 表中数据为 30 株茶树的调查结果.

2.2 2 种害虫与其天敌在数量上的关系

用灰色系统关联度分析的关联度列于表 2, 与黑刺粉虱关联度大的第 1 位天敌, 春夏季为三突花蟹蛛(0.902 2)、秋冬季为鳞纹肖蛸(0.937 0); 与茶叶甲关联度大的第 1 位天敌, 春夏季为异色瓢虫(0.908 2)、秋冬季为龟纹瓢虫(0.943 6).

表 2 2 种害虫与其主要天敌之间数量的关联度¹⁾
Tab.2 Correlation degree of two pests and their natural enemies

季节	害虫	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
春夏	Y_1	0.796 2	0.802 2	0.847 5	0.902 2	0.853 1	0.829 6	0.748 3	0.770 3
	Y_2	0.838 4	0.794 6	0.819 2	0.808 3	0.769 7	0.792 1	0.880 1	0.908 2
秋冬	Y_1	0.833 0	0.827 8	0.835 4	0.824 0	0.937 0	0.817 1	0.828 9	0.828 5
	Y_2	0.865 4	0.833 5	0.794 6	0.838 2	0.785 5	0.868 0	0.943 6	0.927 3

1) Y_1 黑刺粉虱; Y_2 茶叶甲; X_1 草间小黑蛛; X_2 斜纹猫蛛; X_3 八斑球腹蛛; X_4 三突花蟹蛛; X_5 鳞纹肖蛸; X_6 棕管巢蛛; X_7 龟纹瓢虫; X_8 异色瓢虫.

2.3 黑刺粉虱和茶叶甲与其天敌在时间上的关系

将 2 种害虫与其天敌的时间生态位重叠指数和相似性比例分析结果列于表 3. 春夏季与黑刺粉虱时间生态位重叠指数和相似比例最大的天敌是三突花蟹蛛(0.881 8 和 0.944 1); 与茶叶甲时间生态位重叠指数和相似比例最大的天敌是异色瓢虫(0.919 8 和 0.917 7); 秋冬季与黑刺粉虱时间生态位重叠指数和相似比例最大的天敌是鳞纹肖蛸(0.881 4 和 0.945 0); 与茶叶甲时间生态位重叠指数最大的天敌是异色瓢虫(0.951 0), 相似比例最大的天敌是龟纹瓢虫(1.034 8).

2.4 黑刺粉虱和茶叶甲与其天敌在空间上的关系

害虫高峰日天敌与害虫之间的空间关系能够较

为准确地反映天敌在空间上对害虫跟随的密切程度. 本研究中春夏季黑刺粉虱高峰日为 4 月 24 日, 茶叶甲高峰日为 6 月 8 日. 秋冬季茶叶甲高峰日为 10 月 16 日, 黑刺粉虱高峰日为 12 月 21 日.

如表 4 所示, 春夏季与黑刺粉虱空间生态位重叠指数和相似比例最大的天敌是鳞纹肖蛸, 分别为 0.614 2 和 0.972 4; 与茶叶甲空间生态位重叠指数最大的天敌是龟纹瓢虫(0.637 9), 相似比例最大的天敌是棕管巢蛛(2.777 8). 秋冬季与黑刺粉虱空间生态位重叠指数最大的天敌是鳞纹肖蛸(0.453 3), 相似比例最大的天敌是三突花蟹蛛(4.719 1); 与茶叶甲空间生态位重叠指数最大的天敌是异色瓢虫(0.508 8), 相似比例最大的天敌是三突花蟹蛛(1.600 0).

表 3 2 种害虫与天敌时间上的 HORN'S 生态位重叠指数(H) 和 MORISITA 相似性测度(M)¹⁾
Tab.3 Time niche overlaps index and niche proportional similarity of two pests and their natural enemies

季节	害虫	指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
春夏	Y_1	H	0.615 8	0.402 2	0.809 4	0.881 8	0.749 8	0.557 7	0.265 8	0.357 3
		M	0.384 7	0.133 8	0.751 0	0.944 1	0.773 3	0.387 7	0.098 1	0.132 4
	Y_2	H	0.685 9	0.202 0	0.525 4	0.459 5	0.139 3	0.453 4	0.829 9	0.919 8
		M	0.531 8	0.042 7	0.334 6	0.241 8	0.053 5	0.289 3	0.772 0	0.917 7
秋冬	Y_1	H	0.053 3	0.183 9	0.084 6	0.110 3	0.881 4	0	0	0
		M	0.005 6	0.086 1	0.023 4	0.045 7	0.945 0	0	0	0
	Y_2	H	0.804 7	0.710 9	0.438 9	0.747 2	0.188 2	0.835 9	0.912 8	0.951 0
		M	0.788 1	0.561 1	0.212 1	0.626 1	0.045 4	0.737 2	1.034 8	0.992 9

1) Y_1 黑刺粉虱; Y_2 茶叶甲; X_1 草间小黑蛛; X_2 斜纹猫蛛; X_3 八斑球腹蛛; X_4 三突花蟹蛛; X_5 鳞纹肖蛸; X_6 棕管巢蛛; X_7 龟纹瓢虫; X_8 异色瓢虫.

2.5 2 种害虫与其天敌在数量、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 5. 密切指数之和越大, 表明该天敌与害虫关系越密切, 春夏季黑刺粉虱前 3 位的主要天敌是鳞纹肖蛸(4.615 0)、三突花蟹蛛(4.369 3)和

八斑球腹蛛(4.187 9); 茶叶甲前 3 位的主要天敌是龟纹瓢虫(4.160 0)、异色瓢虫(3.990 8)和草间小黑蛛(3.628 5). 秋冬季黑刺粉虱前 3 位的主要天敌是鳞纹肖蛸(4.089 8)、三突花蟹蛛(2.641 0)和斜纹猫蛛(2.086 9); 茶叶甲前 3 位的是异色瓢虫(4.680 8)、三突花蟹蛛(4.020 4)和龟纹瓢虫(3.999 7).

表 4 2 种害虫与其天敌空间上的 HORN'S 生态位重叠指数 (H) 和 MORISITA 相似性测度 (M)¹⁾

Tab. 4 Space niche overlaps index and niche proportional similarity of two pests and their natural enemies

季节	日期	害虫	指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
春夏	04-24	Y_1	H	0.178 8	0.193 2	0.358 2	0.419 8	0.614 2	0	0	0.096 3
			M	0.214 9	0.761 4	0.925 6	0.666 9	0.972 4	0	0	0.056 6
	06-08	Y_2	H	0.620 2	0	0.325 4	0.364 0	0	0.395 2	0.637 9	0.456 1
			M	1.133 0	0	0.615 9	0.722 9	0	2.777 8	1.242 7	0.766 1
秋冬	10-16	Y_2	H	0.483 6	0.450 4	0.337 7	0.377 2	0	0.261 8	0.312 8	0.508 8
			M	0.749 3	0.586 5	0.661 2	1.600 0	0	0.356 7	0.680 2	1.181 8
	12-21	Y_1	H	0	0.363 8	0	0.266 6	0.453 3	0	0	0
			M	0	0.476 9	0	4.719 1	0.424 0	0	0	0

1) Y_1 黑刺粉虱; Y_2 茶叶甲; X_1 草间小黑蛛; X_2 斜纹猫蛛; X_3 八斑球腹蛛; X_4 三突花蟹蛛; X_5 鳞纹肖蛸; X_6 棕管巢蛛; X_7 龟纹瓢虫; X_8 异色瓢虫.

表 5 2 种害虫与其天敌关系的密切指数¹⁾

Tab. 5 The standardized parameter values of two pests and their natural enemies

季节	害虫	指标 ²⁾	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
春夏	Y_1	A	0.882 5	0.889 2	0.939 4	1.000 0	0.945 6	0.919 5	0.829 4	0.853 8
		B	0.698 3	0.456 1	0.917 9	1.000 0	0.850 3	0.632 5	0.301 4	0.405 2
		C	0.407 5	0.141 7	0.795 5	1.000 0	0.819 1	0.410 7	0.103 9	0.140 2
		D	0.291 1	0.314 6	0.583 2	0.683 5	1.000 0	0	0	0.156 8
		E	0.221 0	0.783 0	0.951 9	0.685 8	1.000 0	0	0	0.058 2
		Σ	2.500 4	2.584 6	4.187 9	4.369 3	4.615 0	1.962 6	1.234 7	1.614 2
		排序	5	4	3	2	1	6	8	7
	Y_2	A	0.923 1	0.874 9	0.902 0	0.890 0	0.847 5	0.872 2	0.969 1	1.000 0
		B	0.745 7	0.219 6	0.571 2	0.499 6	0.151 4	0.492 9	0.902 3	1.000 0
		C	0.579 5	0.046 5	0.364 6	0.263 5	0.058 3	0.315 2	0.841 2	1.000 0
		D	0.972 3	0	0.510 1	0.570 6	0	0.619 5	1.000 0	0.715 0
		E	0.407 9	0	0.221 7	0.260 2	0	1.000 0	0.447 4	0.275 8
		Σ	3.628 5	1.141 0	2.569 6	2.483 9	1.057 2	3.299 9	4.160 0	3.990 8
		排序	3	7	5	6	8	4	1	2
秋冬	Y_1	A	0.889 0	0.883 5	0.891 6	0.879 4	1.000 0	0.872 0	0.884 6	0.884 2
		B	0.060 5	0.208 6	0.096 0	0.125 1	1.000 0	0	0	0
		C	0.005 9	0.091 1	0.024 8	0.048 4	1.000 0	0	0	0
		D	0	0.802 6	0	0.588 1	1.000 0	0	0	0
		E	0	0.101 1	0	1.000 0	0.089 8	0	0	0
		Σ	0.955 4	2.086 9	1.012 4	2.641 0	4.089 8	0.872 0	0.884 6	0.884 2
		排序	5	3	4	2	1	8	6	7
	Y_2	A	0.917 1	0.883 3	0.842 1	0.888 3	0.832 5	0.919 9	1.000 0	0.982 7
		B	0.846 2	0.747 5	0.461 5	0.785 7	0.197 9	0.879 0	0.959 8	1.000 0
		C	0.761 6	0.542 2	0.205 0	0.605 0	0.043 9	0.712 4	1.000 0	0.959 5
		D	0.950 5	0.885 2	0.663 7	0.741 4	0	0.514 5	0.614 8	1.000 0
		E	0.468 3	0.366 6	0.413 3	1.000 0	0	0.222 9	0.425 1	0.738 6
		Σ	3.943 7	3.424 8	2.585 6	4.020 4	1.074 3	3.248 7	3.999 7	4.680 8
		排序	4	5	7	2	8	6	3	1

1) : Y_1 黑刺粉虱; Y_2 茶叶甲; X_1 草间小黑蛛; X_2 斜纹猫蛛; X_3 八斑球腹蛛; X_4 三突花蟹蛛; X_5 鳞纹肖蛸; X_6 棕管巢蛛; X_7 龟纹瓢虫; X_8 异色瓢虫;2) : A :数量关联度 B :时间生态位重叠指数 C :时间生态位相似性指数 D :空间生态位重叠指数 E :空间生态位相似性指数. A 、 B 、 C 、 D 、 E 均为标准化后的密切指数.

2.6 2 种害虫及天敌空间的聚集程度差异及原因

春夏季和秋冬季两种害虫及其主要天敌的空间聚集程度指数列于表 6. 可以看出,春夏季 2 种害虫只有茶叶甲是随机分布,黑刺粉虱和 8 种天敌均为聚集格局. 天敌与害虫之间的 $|w|$ 值均小于 13.462 9 ($n=30$),表明 2 种害虫与几种聚集格局的天敌之间聚集程度差异不显著;根据 Blackith^[14]提出的判断标准,4 月 24 日的黑刺粉虱的 λ 值为 2.43,大于 2,表

明黑刺粉虱在此时的聚集是由本身原因引起的,茶叶甲及其所有天敌的 λ 值均小于 2. 表明聚集是环境中某一因素所致.

秋冬季 2 种害虫均为聚集格局. 天敌与害虫之间的 $|w|$ 值均小于 13.462 9($n=30$),表明 2 种害虫与其天敌之间聚集程度差异不显著;黑刺粉虱和茶叶甲的 λ 值均小于 2,说明聚集是环境中某种因素所致.

表 6 2 种害虫及其天敌聚集强度和聚集指数¹⁾
Tab. 6 Aggregation intensity and its indices of two pests and their natural enemies

日期	害虫 ²⁾	C	I	C_A	I_w	$ w $	λ	分布
04-24	Y_1	1.365 1	0.365 1	0.160 8	1.160 8		2.43	聚集
	X_5	1.023 0	0.023 0	0.025 6	1.025 6	0.144 2	0.92	随机
	X_3	1.088 8	0.088 8	0.380 3	1.380 3	0.113 1	0.17	聚集
	X_4	1.310 3	0.310 3	0.775 6	1.775 6	0.022 0	0.16	聚集
06-08	Y_2	0.854 2	-0.145 8	-0.160 8	0.839 2		-0.95	随机
	X_1	1.216 4	0.216 4	0.295 1	1.295 1	0.176 7	0.68	聚集
	X_7	1.327 6	0.327 6	0.409 5	1.409 5	0.220 5	0.71	聚集
	X_8	1.379 4	0.379 4	0.596 1	1.596 1	0.239 6	0.45	聚集
10-16	Y_2	1.910 4	0.910 4	1.092 6	2.092 6		0.62	聚集
	X_4	0.862 4	-0.137 6	-0.825 0	0.175 0	0.397 7	-0.1	随机
	X_7	1.088 8	0.088 8	0.380 3	1.380 3	0.281 1	0.19	聚集
	X_8	1.000 0	0	0	1.000 0	0.323 7	0	随机
12-21	Y_1	1.949 7	0.949 7	0.467 1	1.467 1		1.59	聚集
	X_2	1.827 6	0.827 6	2.068 8	3.068 8	0.032 3	0.19	聚集
	X_4	1.000 0	0	0	1.000 0	0.333 8	0	随机
	X_5	3.266 0	2.266 0	3.237 1	4.237 1	0.257 9	0.52	聚集

1) C : Poisson 扩散系数; I : 丛生指数; C_A : 久野指数; I_w : 聚块性指数; $|w|$: 聚集程度差异指标. 2) Y_1 : 黑刺粉虱; Y_2 : 茶叶甲; X_1 : 草间小黑蛛; X_2 : 斜纹猫蛛; X_3 : 八斑球腹蛛; X_4 : 三突花蟹蛛; X_5 : 鳞纹肖蛸; X_6 : 棕管巢蛛; X_7 : 龟纹瓢虫; X_8 : 异色瓢虫.

3 结 论

用 3 种方法对平阳特早茶园黑刺粉虱和茶叶甲与其天敌种群之间的关系进行综合分析,春夏季黑刺粉虱前 3 位的天敌是鳞纹肖蛸、三突花蟹蛛和八斑球腹蛛;茶叶甲前 3 位的天敌是龟纹瓢虫、异色瓢虫和草间小黑蛛. 秋冬季黑刺粉虱前 3 位的天敌是鳞纹肖蛸、三突花蟹蛛和斜纹猫蛛;茶叶甲前 3 位的天敌是异色瓢虫、三突花蟹蛛和龟纹瓢虫. 2 个时段 2 种害虫与其主要天敌之间聚集程度差异均不显著,4 月 24 日黑刺粉虱的种群聚集均数 λ 值大于 2,聚集是本身原因所致,其余害虫和天敌的 λ 值均小于 2,聚集是环境因子引起的. 春夏季和秋冬季期间相同的主要天敌,黑刺粉虱的是鳞纹肖蛸和三突花蟹蛛,茶叶甲的是龟纹瓢虫和异色瓢虫.

评价害虫天敌优势种是利用和保护天敌的基础性工作,必须将天敌对目标害虫在数量、时间、空间方向跟随作用的密切程度进行综合分析^[15-23]. 本文采用密切指数之和的方法,结果可能与实际情况有一定差距,但在目前不失为一种较好的评价方法.

参考文献:

[1] 韩宝瑜,崔林. 茶园黑刺粉虱自然种群生命表[J]. 生态学报,2003,23(9):1781-1790.
[2] 韩宝瑜,崔林,王成树. 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.
[3] 戴轩. 茶叶甲生物学特性的初步观察[J]. 茶叶,1991,17(2):30.
[4] 林平,苏国崇. “平阳特早”茶良种在磐安、武义等地种植的初步调查[J]. 温州农业科技,2006(3):44-45.
[5] 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.
- [6] 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.
- [7] 赵学娟,徐玉蕊,邹运鼎,等. 不同年份油桃园三种主要害虫与其天敌的关系[J]. 生态学报,2010, 30(20): 5527-5536.
- [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-proneness[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(1):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. 山楂叶螨、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.

【责任编辑 霍 欢】

欢迎订阅 2014 年《华南农业大学学报》

《华南农业大学学报》是华南农业大学主办的综合性农业科学学术刊物。本刊主要报道农业各学科的科研学术论文、研究简报、综述等,设有农学·园艺·土壤肥料、植物保护、生物学、林业科学、动物科学与兽医学、农业工程与食品科学、综述、简报等栏目。本刊附英文目次和英文摘要。读者对象主要是农业院校师生、农业科研人员和有关部门的专业干部。

本刊为《中国科学引文数据库》、《中国科技论文统计源(中国科技核心期刊)》及《中国学术期刊综合评价数据库》等固定刊源,并排列在中国科学引文数据库被引频次最高的中国科技期刊 500 名以内。被《中文核心期刊要目总览》遴选为综合性农业科学核心期刊、植物保护类核心期刊。为美国《化学文摘》、美国《剑桥科学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》、英国《CABI》、英国《动物学记录》、《中国生物学文摘》及国内农业类文摘期刊等多家国内外著名文摘固定刊源。

国内外公开发行,季刊,A4 幅面。定价 10.00 元,全年 40.00 元。自办发行,参加全国非邮发报刊联合征订发行,非邮发代号:6573。

订阅办法:订阅款邮汇至:300381 天津市卫津南路李七庄邮局 9801 信箱,全国非邮发报刊联合征订服务部。

《华南农业大学学报》编辑部