

大别山区茶园茶黄蓟马与捕食性天敌的关系

柯胜兵¹, 周夏芝², 毕守东³, 邹运鼎², 徐劲峰⁴, 禹坤¹, 党凤花¹, 赵学娟¹

(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 安庆市潜山县植保植检站, 安徽 安庆 246300)

摘要:为了科学施药,合理利用和保护自然天敌进行茶黄蓟马 *Scirtothrips dorsalis* 的综合防治,用灰色系统分析方法、生态位分析方法和空间格局聚集强度指标分析方法对大别山区茶园缨翅目茶黄蓟马与捕食性天敌在数量、时间、空间格局等方面进行分析,综合排序的结果表明:茶黄蓟马的主要捕食性天敌依次是草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*、八斑球腹蛛 *Theridion octomaculatum*、锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa*、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* 和斑管巢蛛 *Clubiona reichini*。茶黄蓟马种群聚集均数(λ)大于2,其聚集是害虫本身原因造成的,天敌的 λ 均小于2,其聚集是环境因子所致。

关键词:茶园; 茶黄蓟马; 捕食性天敌; 种群动态; 数量分析

中图分类号:Q968.1

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2011)04-0040-07

Relationships of *Scirtothrips dorsalis* and the Predatory Natural Enemies in Tea Garden of the Dabie Mountain Area

KE Sheng-bing¹, ZHOU Xia-zhi², BI Shou-dong³, ZOU Yun-ding²,
XU Jin-feng⁴, YU Kun¹, DANG Feng-hua¹, ZHAO Xue-juan¹

(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 Plant Protection Station of Qianshan of Anqing City, Anqing 246300, China)

Abstract: The analyses on the quantity, time and spatial patterns of *Scirtothrips dorsalis* and the natural enemies were conducted with grey system analysis, ecological niche analysis and collective intention analysis of spatial framework in order to protect and use of natural enemies rationally. The synthetic ranking results indicated that the dominant natural enemies of *S. dorsalis* were in the order of *Erigonidium graminicolum*, *Theridion octomaculatum*, *Tetragnatha maxillosa*, *Propylaea japonica* and *Clubiona reichini*. The gathering average of *S. dorsalis* was greater than two due to the natural aggregation of the pests, while gathering averages of natural enemies were less than two due to the environmental factors.

Key words: tea garden; *Scirtothrips dorsalis*; predatory enemies; population dynamics; quantity analysis

茶树害虫是影响茶叶产量和品质的主要因子之一,天敌是影响茶树害虫种群消长的重要生态因子,茶树害虫与天敌之间在长期协同进化过程中形成了一种互相制约、互相依存的关系,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。缨翅目害虫是茶树害虫的重要类群,危害茶树的蓟马有20种,同属蓟马科,刺害茶树芽叶和主脉两侧,使叶质变硬脆,危害严重时使整叶变褐焦枯,

收稿日期:2010-04-08

作者简介:柯胜兵(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);安徽省教育厅重点项目(KJ2008A139);973计划(2010CB126206);安徽省自然科学基金(11040606M71)

严重影响茶叶的品质和产量,主要害虫茶黄蓟马 *Scirtothrips dorsalis* 主要分布在我国的海南、广东、广西、云南、浙江、福建、台湾等南方茶区以及日本、印度、马来西亚、巴基斯坦等国,除了危害茶叶外,还危害葡萄 *Vitis vinifera*、草莓 *Duchesne* sp.、花生 *Arachis hypogaea*、双翼豆 *Peltophorum pterocarpum*、大叶相思 *Acacia auriculaeformis*、银杏 *Ginkgo biloba* 和阿拉伯金合欢 *Acacia farnesiana* 等多种植物^[1],该虫在广东、福建等地一年发生 10~11 代,用 10% 虫螨腈、10% 吡虫啉和 0.3% 印楝素 EC 可有效控制茶黄蓟马的危害,黄板诱杀效果也很明显^[2-3],烟草浸提液也有很好的防治效果^[4],在幼龄茶园中铺近紫外辐射反射膜可抑制茶黄蓟马^[5]。超微结构研究发现,茶黄蓟马腿端有一个主要的形态学适应结构——锚状的结构^[6]。茶黄蓟马有蜘蛛类、瓢虫类等多种天敌^[7],茶黄蓟马与天敌之间的系统关系鲜见报道,研究茶黄蓟马与天敌的种群动态,并从发生数量、时间及空间的关系上评定出茶黄蓟马的主要天敌,可为茶黄蓟马的生物防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试茶园概况

安徽省潜山县园艺茶场 (30°41'N, 116°34'E), 属小平原,面积 25.3 hm²,海拔 46 m。为单作茶园,茶树品种为 8 年生天柱山群体种,行距 1.7 m。茶园管理水平精细,茶树生长茂密,试验区茶园一直不施用化学农药。

1.2 调查方法

采用平行跳跃法。随机取 10 行,每行间隔 2 m 取一个 1 m 长的样方,共取 104 个样方,盆拍前,先目测,再每样方随机选取 10 片叶片,调查茶黄蓟马及天敌的种类和个体数,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,洗衣粉与水按照质量比 1:1 000 的比例配成水溶液),调查记录茶黄蓟马及天敌种类和个体数。

1.3 调查时间

调查时间为 2009 年 4 月 15 日至 10 月 28 日,15~20 d 调查 1 次,共调查 11 次。

1.4 数学分析方法

1.4.1 茶黄蓟马与天敌数量关系的灰色系统分析

按照邓聚龙^[8]灰色系统分析方法,将茶黄蓟马及主要天敌分别看作一个本征性灰色系统,茶黄蓟马数量(Y)作为该系统的参照序列,对不同时间点上的 Y 与第 j 种天敌数量(X_j) 在第 g 点上的效果白化值,进行双序列关系分析,求出 X_j 与 Y 的关联度,其

大小反映 X_j 对 Y 的联系或影响程度。某种天敌数量与 Y 关联度值越大,表明该种天敌与茶黄蓟马在数量上关系越密切。

1.4.2 茶黄蓟马与其天敌空间关系的生态位分析

生态位宽度用 Levins 的生态位宽度指数(B) 公式^[9] 计算: $B = 1/(S \sum P_i^2)$,式中 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。生态位相似性比例采用 Morisita 相似性系数(C_{ij}) 公式计算^[10]: $C_{jk} = 2 \sum_{i=1}^n P_{ij}P_{ik} / \left\{ \sum_{i=1}^n P_{ij}[(n_{ij} - 1)/(N_j - 1)] + \sum_{i=1}^n [(n_{ik} - 1)/(N_k - 1)] \right\}$,式中, P_{ij} 和 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 营养级上的数量, n_{ij} 是 j 物种在 i 营养级上的数量。 N_j 和 N_k 分别表示 j 物种和 k 物种的个体数量之和。两物种生态位相似性系数越大,表明两物种在利用某种类资源(如空间)上关系越密切。

生态位重叠采用 Levins 生态位宽度的生态位重

叠指数(L_{ij}) 公式^[9] 计算: $L_{ij} = B_i \sum_{h=1}^n P_{ih}P_{jh}$,式中 L_{ij} 为物种 i 对物种 j 的生态位重叠, P_{ih} 和 P_{jh} 分别为物种 i 和物种 j 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。

1.4.3 茶黄蓟马和天敌的空间格局及其差异和原因分析 分别采用 Poisson 扩散系数(C)、丛生指数(I)、聚块性指数(I_w) 和久野(1968) 指数(C_A)4 种聚集强度指数^[9] 综合分析测定茶黄蓟马与其天敌的空间格局。为了判断茶黄蓟马与其天敌空间聚集程度的差异,用 David 等^[11] 提出的公式, $|w| = -\frac{1}{2} \ln \left(\frac{S_1^2/\bar{x}_1}{S_2^2/\bar{x}_2} \right)$, S_1^2 、 S_2^2 、 $\bar{x}_1$ 、 $\bar{x}_2$ 分别为茶黄蓟马与天敌

2 种群的方差和均数,若 $|w| > 2.5 \sqrt{n-1}$,则按 5% 水平认为两者差异显著。用 Arbous^[12] 提出的种群聚集均数(λ) 公式: $\lambda = (\bar{x}/2K)d$,分析茶黄蓟马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, d 为自由度等于 $2K$ 时的 $\chi^2_{0.05}$ 值。

2 结果与分析

2.1 茶园茶黄蓟马与天敌的种群数量动态

调查结果表明,茶园有 52 种害虫和 37 种捕食性天敌,缨翅目的主要害虫是茶黄蓟马;天敌有草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*、八斑球腹蛛 *Theridion octomaculatum*、锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa*、鞍型花蟹蛛 *Xysticus ephippiatus*、日本球腹蛛 *Enoplo-*

gnatha japonica、茶色新圆蛛 *Neoscona theisi*、三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus*、斑管巢蛛 *Clubiona reichini*、异色瓢虫 *Harmonia axyridis*、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* 和红点唇瓢虫 *Chilocorus kuwanae*。从表1可以看出,4月中旬茶黄蓟马和天敌的数量均较少,6月中旬茶黄蓟马和天敌的数量快速增加,9月中旬又急剧下降。

2.2 茶黄蓟马与天敌之间的数量关系

用灰色系统分析方法分析茶黄蓟马与其天敌之

间的关联度,结果列于表2,两者之间关联度越大,表示茶黄蓟马与其天敌数量上关系越密切,即在数量上跟随关系越明显。由表2可看出,与茶黄蓟马关联度高的前5位天敌是锥腹肖蛸(0.863 3)、草间小黑蛛(0.854 3)、茶色新圆蛛(0.842 9)、八斑球腹蛛(0.840 3)和斑管巢蛛(0.833 3)。从表2中5种主要天敌之间的协同作用可看出,与锥腹肖蛸关联度高的天敌为八斑球腹蛛和草间小黑蛛,与茶色新圆蛛关联度高的天敌也为八斑球腹蛛和草间小黑蛛。

表1 4—10月茶园茶黄蓟马与天敌的种群数量动态¹⁾

Tab.1 Dynamics of the amounts of *Scirtothrips dorsalis* and the natural enemies in tea garden from April to October

物种	04-15	04-29	05-19	06-06	06-22	07-13	08-03	08-20	09-07	09-25	10-28	合计
茶黄蓟马	1	43	182	210	3 515	1 196	1 431	117	3	19	8	6 725
草间小黑蛛	11	56	132	86	104	120	96	45	44	13	9	716
八斑球腹蛛	125	90	33	105	141	167	89	27	117	45	59	998
锥腹肖蛸	65	58	18	42	100	122	48	15	9	3	6	486
鞍型蟹蛛	19	22	40	20	11	0	7	0	20	1	56	196
日本球腹蛛	2	0	80	55	18	58	2	0	0	3	2	220
茶色新圆蛛	2	11	16	10	29	84	35	40	30	31	11	299
三突花蟹蛛	6	8	1	11	16	26	106	207	173	110	19	683
斑管巢蛛	39	43	20	24	41	63	134	112	59	83	67	685
异色瓢虫	1	1	174	55	56	41	12	67	24	3	11	445
龟纹瓢虫	1	0	7	42	54	2	1	39	37	3	12	198
红点唇瓢虫	0	0	1	5	8	20	43	28	34	20	23	182

1)表中数据为对104个样方的调查结果。

表2 茶园茶黄蓟马及其天敌数量之间的关联度

Tab.2 Correlation degrees of the amounts of *Scirtothrips dorsalis* and their natural enemies

物种	草间 小黑蛛	八斑球 腹蛛	锥腹 肖蛸	鞍型花 蟹蛛	日本球 腹蛛	茶色新 圆蛛	三突花 蟹蛛	斑管 巢蛛	异色 瓢虫	龟纹 瓢虫	红点唇 瓢虫
茶黄蓟马	0.854 3	0.840 3	0.863 3	0.760 0	0.823 6	0.842 9	0.801 5	0.833 3	0.812 4	0.805 2	0.830 1
草间小黑蛛		0.881 6	0.858 8	0.813 8	0.823 7	0.847 2	0.758 7	0.809 2	0.871 4	0.779 1	0.770 4
八斑球腹蛛			0.901 0	0.829 2	0.770 2	0.848 4	0.758 8	0.834 5	0.804 9	0.796 7	0.788 4
锥腹肖蛸				0.784 7	0.793 7	0.819 6	0.709 1	0.769 5	0.775 4	0.752 6	0.715 9
鞍型花蟹蛛					0.802 4	0.785 9	0.749 6	0.810 7	0.820 7	0.786 9	0.770 5
日本球腹蛛						0.815 8	0.732 0	0.747 4	0.873 8	0.802 4	0.746 5
茶色新圆蛛							0.842 7	0.889 0	0.832 4	0.806 9	0.867 8
三突花蟹蛛								0.873 4	0.800 2	0.832 0	0.895 7
斑管巢蛛									0.822 1	0.811 9	0.921 6
异色瓢虫										0.827 0	0.791 2
龟纹瓢虫											0.799 0
红点唇瓢虫											

2.3 茶黄蓟马与天敌之间的时间生态位重叠指数

将茶黄蓟马与天敌之间的时间生态位重叠指数列于表3,两者之间的时间生态位重叠指数越大,表明天敌与茶黄蓟马之间在发生时间上的同步性越

高,即天敌对茶黄蓟马在时间上的跟随关系越密切。由表3可看出,与茶黄蓟马时间生态位重叠指数大的前5位天敌是:锥腹肖蛸(0.763 6)、草间小黑蛛(0.684 4)、八斑球腹蛛(0.647 4)、龟纹瓢虫

(0.591 6)和茶色新圆蛛(0.569 9);天敌锥腹肖蛸与草间小黑蛛、锥腹肖蛸与八斑球腹蛛、草间小黑蛛与八斑球腹蛛、草间小黑蛛与茶色新圆蛛、草间小黑蛛与异色瓢虫、八斑球腹蛛与茶色新圆蛛、八斑球腹蛛与龟纹瓢虫之间时间生态位重叠指数较大,分别为0.829 6、0.921 1、0.830 6、0.796 3、0.807 4、0.802 7、0.644 6,说明它们之间同步性较高,共同对茶黄蓟马进行控制作用。

表 3 茶黄蓟马与其天敌的时间生态位重叠指数

Tab. 3 Time niche overlap indices of *Scirtothrips dorsalis* and their natural enemies

物种	草间 小黑蛛	八斑球 腹蛛	锥腹 肖蛸	鞍型花 蟹蛛	日本球 腹蛛	茶色新 圆蛛	三突花 蟹蛛	斑管 巢蛛	异色 瓢虫	龟纹 瓢虫	红点唇 瓢虫
茶黄蓟马	0.684 4	0.647 4	0.763 6	0.187 4	0.340 4	0.569 9	0.209 8	0.463 3	0.372 3	0.591 6	0.414 2
草间小黑蛛		0.830 6	0.829 6	0.553 5	0.810 1	0.796 3	0.439 2	0.685 7	0.807 4	0.628 6	0.606 6
八斑球腹蛛			0.921 1	0.563 5	0.549 1	0.802 7	0.484 4	0.724 6	0.479 9	0.644 6	0.659 1
锥腹肖蛸				0.386 2	0.562 5	0.779 3	0.268 2	0.598 8	0.450 4	0.521 9	0.469 2
鞍型花蟹蛛					0.518 3	0.309 7	0.244 0	0.487 3	0.598 1	0.434 4	0.425 8
日本球腹蛛						0.552 4	0.078 0	0.284 9	0.864 8	0.385 6	0.217 3
茶色新圆蛛							0.635 8	0.784 3	0.511 4	0.507 7	0.770 6
三突花蟹蛛								0.828 6	0.346 9	0.604 7	0.866 5
斑管巢蛛									0.437 3	0.551 2	0.931 0
异色瓢虫										0.559 2	0.351 0
龟纹瓢虫											0.540 1
红点唇瓢虫											

2.4 茶黄蓟马与天敌之间的时间生态位相似性比例

将茶黄蓟马与天敌之间的时间生态位相似性系数列于表4,两者之间时间生态位相似性系数越大,表明天敌与茶黄蓟马之间在发生时间上越一致,即天敌对茶黄蓟马在时间上跟随关系越密切。由表4可见:与茶黄蓟马生态位相似性系数大的前5位天敌是锥腹肖蛸(0.705 5)、草间小黑蛛(0.607 7)、龟纹瓢虫(0.571 9)、八斑球腹蛛(0.555 1)和茶色新圆蛛(0.524 5);同时,还可看出天敌锥腹肖蛸与草间

小黑蛛和八斑球腹蛛、草间小黑蛛与八斑球腹蛛和茶色新圆蛛、龟纹瓢虫与草间小黑蛛和八斑球腹蛛等之间时间生态位相似性系数较大,分别为0.834 9、0.918 4、0.835 8、0.805 9、0.624 6、0.629 6,说明它们在发生时间上也较一致。

对与害虫的时间生态位重叠指数和相似性系数大小的天敌进行综合排序,时间上与茶黄蓟马跟随关系密切的主要天敌是锥腹肖蛸、草间小黑蛛、八斑球腹蛛、龟纹瓢虫和茶色新圆蛛。

表 4 茶黄蓟马与其天敌的时间相似性系数

Tab. 4 Time niche proportional similarities of *Scirtothrips dorsalis* and their natural enemies

物种	草间 小黑蛛	八斑球 腹蛛	锥腹 肖蛸	鞍型花 蟹蛛	日本球 腹蛛	茶色新 圆蛛	三突花 蟹蛛	斑管 巢蛛	异色 瓢虫	龟纹 瓢虫	红点唇 瓢虫
茶黄蓟马	0.607 7	0.555 1	0.705 5	0.177 4	0.339 6	0.524 5	0.203 6	0.402 9	0.363 1	0.571 9	0.386 2
草间小黑蛛		0.835 8	0.834 9	0.557 8	0.763 2	0.805 9	0.429 0	0.692 0	0.786 7	0.624 6	0.616 3
八斑球腹蛛			0.918 4	0.560 8	0.503 2	0.806 0	0.463 8	0.731 2	0.457 9	0.629 6	0.663 5
锥腹肖蛸				0.392 8	0.546 0	0.791 2	0.267 0	0.600 1	0.447 9	0.526 7	0.479 1
鞍型花蟹蛛					0.512 8	0.315 9	0.246 2	0.488 0	0.603 1	0.443 3	0.437 1
日本球腹蛛						0.535 3	0.078 0	0.264 1	0.867 8	0.386 3	0.212 9
茶色新圆蛛							0.633 4	0.791 1	0.508 7	0.513 1	0.789 8
三突花蟹蛛								0.800 4	0.349 2	0.612 1	0.870 7
斑管巢蛛									0.421 2	0.542 7	0.942 0
异色瓢虫										0.566 4	0.352 3
龟纹瓢虫											0.550 2
红点唇瓢虫											

2.5 茶黄蓟马与天敌在空间上的关系

高峰日天敌与害虫之间的空间关系可以较为准

确地反映天敌在空间上对害虫跟随关系的密切程度,茶黄蓟马的高峰日是6月22日,与天敌之间的

空间关系用生态位分析法进行分析.

2.5.1 茶黄蓟马高峰日时与其天敌的空间关联度

将茶黄蓟马高峰日天敌在 104 样方上的空间关联度列于表 5, 两者关联度越大, 表示天敌与害虫在空间上的关系越密切, 亦即跟随关系越密切. 由表 5 可知, 与茶黄蓟马在 104 个样方上空间关联度排前 5 位的天敌是: 八斑球腹蛛 (0.961 8)、草间小黑蛛 (0.956 1)、锥腹肖蛸 (0.950 6)、异色瓢虫 (0.946 6) 和龟纹瓢虫 (0.942 4).

2.5.2 茶黄蓟马与其天敌的空间生态位重叠指数

将茶黄蓟马与其天敌之间的空间生态位重叠指

数列于表 6, 两者之间空间生态位重叠指数越大, 表明天敌与茶黄蓟马之间在空间上的同域性越大, 即天敌对茶黄蓟马在空间上的跟随关系越密切. 从表 6 可以看出, 与茶黄蓟马空间生态位重叠大的前 5 位天敌是: 八斑球腹蛛 (0.675 7)、草间小黑蛛 (0.669 0)、锥腹肖蛸 (0.471 7)、异色瓢虫 (0.465 2) 和龟纹瓢虫 (0.462 3), 同时还可看出, 天敌八斑球腹蛛与草间小黑蛛、草间小黑蛛与异色瓢虫、锥腹肖蛸与八斑球腹蛛之间空间生态位重叠指数也较大, 分别为 0.530 8、0.356 2、0.559 4, 说明它们之间在空间上的同域性较大, 共同控制着茶黄蓟马.

表 5 高峰日茶黄蓟马与其天敌的空间关联度

Tab.5 Spatial correlation degrees of *Scirtothrips dorsalis* and their natural enemies in peak period

物种	草间 小黑蛛	八斑球 腹蛛	锥腹 肖蛸	鞍型花 蟹蛛	日本球 腹蛛	茶色新 圆蛛	三突花 蟹蛛	斑管 巢蛛	异色 瓢虫	龟纹 瓢虫	红点唇 瓢虫
茶黄蓟马	0.956 1	0.961 8	0.950 6	0.932 0	0.923 7	0.931 5	0.932 9	0.938 3	0.946 6	0.942 4	0.929 0
草间小黑蛛		0.952 5	0.944 7	0.935 2	0.926 7	0.929 9	0.927 0	0.938 5	0.941 7	0.937 1	0.933 9
八斑球腹蛛			0.954 1	0.928 6	0.922 0	0.925 5	0.927 0	0.941 2	0.940 4	0.938 8	0.928 8
锥腹肖蛸				0.934 0	0.935 0	0.948 2	0.929 0	0.946 9	0.946 4	0.943 4	0.936 7
鞍型花蟹蛛					0.943 0	0.940 3	0.931 8	0.938 6	0.930 6	0.930 1	0.946 2
日本球腹蛛						0.949 8	0.944 8	0.933 4	0.926 6	0.941 0	0.947 7
茶色新圆蛛							0.936 4	0.941 7	0.935 3	0.935 7	0.943 5
三突花蟹蛛								0.920 5	0.916 4	0.920 9	0.930 4
斑管巢蛛									0.939 3	0.935 5	0.934 7
异色瓢虫										0.948 8	0.932 2
龟纹瓢虫											0.929 8
红点唇瓢虫											

表 6 茶黄蓟马与其天敌的空间生态位重叠指数

Tab.6 Spatial niche overlap indices of *Scirtothrips dorsalis* and their natural enemies

物种	草间 小黑蛛	八斑球 腹蛛	锥腹 肖蛸	鞍型花 蟹蛛	日本球 腹蛛	茶色新 圆蛛	三突花 蟹蛛	斑管 巢蛛	异色 瓢虫	龟纹 瓢虫	红点唇 瓢虫
茶黄蓟马	0.669 0	0.675 7	0.471 7	0.380 5	0.156 2	0.329 4	0.419 9	0.448 6	0.465 2	0.462 3	0.152 0
草间小黑蛛		0.530 8	0.340 4	0.332 4	0.134 3	0.231 0	0.163 7	0.320 8	0.356 2	0.364 6	0.161 9
八斑球腹蛛			0.559 4	0.305 8	0.108 8	0.225 7	0.308 4	0.466 5	0.364 0	0.419 3	0.194 7
锥腹肖蛸				0.260 1	0.265 9	0.539 5	0.204 3	0.481 4	0.400 1	0.424 7	0.268 4
鞍型花蟹蛛					0.152 7	0.232 4	0.000 0	0.292 3	0.115 9	0.096 8	0.086 8
日本球腹蛛						0.424 4	0.256 4	0.144 0	0.081 4	0.329 5	0.178 3
茶色新圆蛛							0.201 3	0.335 0	0.202 7	0.278 7	0.252 0
三突花蟹蛛								0.250 6	0.265 3	0.324 6	0.234 7
斑管巢蛛									0.279 6	0.269 3	0.080 5
异色瓢虫										0.401 8	0.067 1
龟纹瓢虫											0.297 1
红点唇瓢虫											

2.5.3 茶黄蓟马与天敌的空间生态位相似性系数

将茶黄蓟马与天敌之间的空间生态位相似性系数列于表 7, 两者之间空间生态位相似性系数越大, 天敌与茶黄蓟马之间空间上同域性越大, 即天敌对茶

黄蓟马在空间上的跟随关系越明显. 从表 7 可以看出, 与茶黄蓟马空间生态位相似性系数大的前 5 位天敌是: 三突花蟹蛛 (1.670 0)、鞍型花蟹蛛 (0.931 2)、草间小黑蛛 (0.891 1)、八斑球腹蛛

(0.865 9)和斑管巢蛛(0.776 6),同时还可看出,天敌三突花蟹蛛与草间小黑蛛、三突花蟹蛛与八斑球腹蛛、三突花蟹蛛与锥腹肖蛸、三突花蟹蛛与日本球腹蛛、草间小黑蛛与鞍型花蟹蛛之间的空间相似性系数也较大,分别为 0.978 4、2.046 8、1.202 8、1.279 8、1.056 8,说明它们之间在空间上的同域性较大,共同控制着茶黄蓟马。

对天敌与害虫在空间生态位重叠指数、相似性系数和关联度的综合排序结果显示,在空间上对茶黄蓟马跟随关系明显的主要天敌是八斑球腹蛛、草间小黑蛛、异色瓢虫、锥腹肖蛸和三突花蟹蛛。

对天敌与害虫在数量、时间、空间关系上的综合排序显示,茶黄蓟马的主要天敌是草间小黑蛛、八斑球腹蛛、锥腹肖蛸、龟纹瓢虫和斑管巢蛛。

表 7 茶黄蓟马与其天敌的空间相似性系数
Tab.7 Spatial niche proportional simiarities of *Scirtothrips dorsalis* and their natural enemies

物种	草间 小黑蛛	八斑球 腹蛛	锥腹 肖蛸	鞍型花 蟹蛛	日本球 腹蛛	茶色新 圆蛛	三突花 蟹蛛	斑管 巢蛛	异色 瓢虫	龟纹 瓢虫	红点唇 瓢虫
茶黄蓟马	0.891 1	0.865 9	0.630 6	0.931 2	0.255 1	0.672 8	1.670 0	0.776 6	0.762 8	0.756 5	0.290 7
草间小黑蛛		0.919 4	0.604 5	1.056 8	0.277 2	0.634 8	0.978 4	0.740 7	0.790 5	0.803 2	0.386 0
八斑球腹蛛			0.968 5	0.928 7	0.209 5	0.612 2	2.046 8	1.054 6	0.801 9	0.912 1	0.428 1
锥腹肖蛸				0.830 7	0.553 2	1.482 6	1.202 8	1.112 8	0.887 3	0.935 5	0.645 9
鞍型花蟹蛛					0.610 4	1.127 3	0.000 0	1.206 6	0.450 2	0.376 2	0.409 1
日本球腹蛛						1.314 0	1.279 8	0.384 7	0.200 0	0.816 5	0.614 1
茶色新圆蛛							2.036 8	1.200 6	0.705 2	0.958 5	0.893 8
三突花蟹蛛								1.981 8	2.282 0	2.642 6	1.261 8
斑管巢蛛									0.810 0	0.773 6	0.247 8
异色瓢虫										1.120 8	0.188 0
龟纹瓢虫											0.843 1
红点唇瓢虫											

2.5.4 茶黄蓟马与天敌的聚集程度 与害虫在长期协同进化过程中形成了聚集分布的天敌能有效地攻击聚集分布的害虫. 为了分析茶黄蓟马与主要天敌之间的空间格局聚集程度和差异,将高峰日的茶黄蓟马及天敌的聚集程度和差异分析结果列于表 8. 由表 8 可见,茶黄蓟马为聚集格局,5 种天敌中有 4 种天敌为

聚集格局,只有八斑球腹蛛为随机格局. 表 8 显示,求得的 $|w|$ 均小于 25.372 2 ($|w| = 2.5 \sqrt{n-1}, n = 104$),表明茶黄蓟马与其天敌之间的聚集程度差异不显著. 茶黄蓟马的 λ 值大于 2,表明聚集是由本身引起的,天敌的 λ 值均小于 2,表明聚集是由环境因素引起的.

表 8 茶黄蓟马与其天敌的聚集强度指数
Tab.8 Aggregation intensity indices of *Scirtothrips dorsalis* and their natural enemies in peak period

物种	拥挤度 M^*	I 指标	M^*/M 指标 ¹⁾	C_A 指标	扩散系数 C	K 指标	$ w $	λ
茶黄蓟马	57.755 1	23.985 8	1.710 3	0.710 3	24.985 8	1.407 9		28.374 9
草间小黑蛛	1.233 4	0.233 4	1.233 4	0.233 4	1.233 4	4.285 2	1.504 3	0.973 1
八斑球腹蛛	1.300 6	-0.055 1	0.959 4	-0.040 6	0.944 9	-24.604 0	1.637 5	-1.653 0
锥腹肖蛸	1.333 1	0.371 6	1.386 5	0.386 5	1.371 6	2.587 2	1.451 2	0.808 5
斑管巢蛛	0.498 6	0.104 4	1.264 7	0.264 7	1.104 4	3.777 6	1.559 5	0.331 3
龟纹瓢虫	0.630 1	0.162 9	1.348 7	0.348 7	1.162 9	2.867 7	1.533 7	0.393 9

1) M 表示各物种的平均数.

3 讨论

本研究中茶黄蓟马有 11 种天敌,各种天敌分别与茶黄蓟马的关系密切程度不完全相同,通过对茶黄蓟马与 11 种天敌在数量、时间、空间关系的综合分析,明确了茶黄蓟马的主要天敌是草间小黑蛛、八斑球腹蛛、锥腹肖蛸、龟纹瓢虫和斑管巢蛛. 为保护和利用这些天敌,可根据它们的发生规律,选择有利

的施药时间,并有选择地施用农药,以减少对这些天敌的杀伤,充分发挥天敌对茶黄蓟马的控制作用.

本文中茶黄蓟马的种群聚集均数(λ)大于 2,天敌的种群聚集均数均小于 2,根据 Blakith^[13]曾提出种群聚集均数 λ 的大小可以判断分析聚集的原因,当 $\lambda < 2$ 时,这种聚集是由于环境的影响而不是活动过程所造成的,当 $\lambda > 2$ 时,其聚集是由昆虫主动聚集或任何一种因素引起,茶黄蓟马的 λ 值均大于 2,

说明其聚集是由害虫自身原因所致,天敌的 λ 均小于 2,说明天敌的聚集是环境中某一因子(包括害虫)引起的。害虫天敌优势种的评价是一项比较复杂而重要的工作,直接与合理保护和利用自然天敌有关^[14],有分别用灰色系统分析方法、空间格局分析方法和生态位分析等方法评价天敌^[15-18]的研究报道,但实际评价工作比较复杂,涉及到天敌的数量和虫态,即对害虫控制作用,特别是对目标害虫的日捕食量及在多种害虫共存时对目标害虫的嗜嗜性大小,天敌的繁殖率等;其次是天敌与害虫发生时间的同步性;再者是天敌与害虫发生在作物上及部位上的同域性,亦即天敌对害虫场所的搜索和跟随作用。本文是从数量、发生时间、空间格局 3 个方面进行探索研究,用综合排序的方法确定茶黄蓟马的主要天敌,结果可能与实际情况有一定差距,但在目前情况下仍不失为一种较好的评价方法。

参考文献:

- [1] 周成刚,李建,乔鲁芹,等. 茶黄蓟马在银杏上的发生与危害[J]. 山东林业科技,1994(4):33-34.
- [2] 张衍焱. 茶黄蓟马的发生与防治[J]. 茶叶科学技术,2008(1):49-50.
- [3] 林雄毅. 茶黄蓟马的发生特点与防治方法[J]. 中国植保导刊,2007,27(1):28-29.
- [4] 刘红梅. 烟草浸提液防治茶树害虫初报[J]. 贵州茶叶,2003(3):9-10.
- [5] 陈宗懋. 在幼龄茶园中铺近紫外辐射反射膜防治茶黄蓟马的危害[J]. 中国茶叶,2002,24(2):24.
- [6] 陈宗懋. 某些阿萨姆茶树害虫形态学适应性的超微结

构[J]. 中国茶叶,2003(3):37-38.

- [7] 张汉鹄,谭济才. 中国茶树害虫及其无公害治理[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,2004:284-285.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京:科学技术出版社,1995.
- [11] DAVID F N, MOORE P G. Notes on contagious distributions in plant populations[J]. Ann Bot,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] BLACKITH R E. Nearest-neighbour distance measurements for the estimation of animal populations [J]. Ecology, 1958,39,147-150.
- [14] 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.
- [15] 秦玉川,蔡宁华. 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.
- [16] 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):417-422.
- [17] 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.
- [18] 邹运鼎,李昌根,周夏芝,等. 葡萄园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.

【责任编辑 李晓卉】

(上接第 34 页)

镁含量对不同处理的反应也存在显著基因型差异,而钾含量的基因型差异则不明显。本地 2 号在不同处理下的氮含量都较高,表明本地 2 号是氮效率较高的基因型。

参考文献:

- [1] 赵静,付家兵,廖红,等. 大豆磷效率应用核心种质的根构型性状评价[J]. 科学通报,2004,49(1):1249-1257.
- [2] 陈娜,王秀荣,严小龙,等. 缺磷和铝毒对酸性土壤上大豆生长的交互作用[J]. 应用生态学报,2010,21(5):1301-1307.
- [3] 曾秀成,王文明,罗敏娜,等. 缺素培养对大豆营养生长和根系形态的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(4):1032-1036.
- [4] 王敏艳,吴良欢,俞信英,等. 菊科花卉常见缺素症及

植株养分含量变化探讨[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(5):1001-1007.

- [5] 隋方功,于长春,刘培利. 缺素培养对夏谷幼苗吸收磷钾钙镁的影响[J]. 莱阳农学院学报,1992,9(3):205-210.
- [6] 武际,郭熙盛,王允青,等. 氮钾配施对弱筋小麦氮、钾养分吸收利用及产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(6):1054-1061.
- [7] 司东霞,胡树文,陈清,等. 控释肥料不同用量对黄瓜幼苗生长及养分吸收的影响[J]. 园艺学报,2009,36(1):53-58.
- [8] LIAO Hong, WAN Hui-yan, SHAFF J, et al. Phosphorus and aluminum interactions in soybean in relation to aluminum tolerance: Exudation of specific organic acids from different regions of the intact root system[J]. Plant Physiology, 2006, 72: 19-23.

【责任编辑 周志红】