# 大别山区茶园鞘翅目主要害虫与其捕食性天敌的关系*

柯胜兵[1]** 周夏芝[1]*** 毕守东[1]*** 邹运鼎[1]
徐劲峰[2] 禹 坤[1] 党凤花[1] 赵学娟[1] 施晓丽[1]
(1. 安徽农业大学 合肥 230036; 2. 潜山县植保植检站 潜山 246300)

**摘 要** 为了科学施药、合理利用和保护自然天敌进行茶丽纹象甲 *Myllocerinus aurolineatus* Voss 和茶角胸叶甲 *Basilepta melanopus* Lefevre 的综合防治,用灰色系统分析法、生态位分析法和空间格局聚集强度指标分析方法对大别山区茶园 2 种主要害虫与其捕食性天敌在数量、时间、空间关系等进行分析。综合排序的结果表明:茶丽纹象甲的主要天敌是黑步甲、日本球腹蛛和鞍型花蟹蛛;茶角胸叶甲的主要天敌是草间小黑蛛、锥腹肖蛸和茶色新圆蛛。茶丽纹象甲的 $\lambda$ 值小于 2,聚集是由环境的影响所致,茶角胸叶甲的 $\lambda$ 值大于 2,聚集是由昆虫主动聚集或任何一种因素引起的。2 种害虫的天敌 $\lambda$ 值均小于 2,其聚集是由于环境中的某些因子(包括害虫)引起的。

**关键词** 茶园,鞘翅目害虫,捕食性天敌,种群动态

# Relationships among main pests (Coleoptera) and their predatory natural enemies in tea garden of the Dabie Mountain area

KE Sheng-Bing[1]** ZHOU Xia-Zhi[1]***
BI Shou-Dong[1]*** ZOU Yun-Ding[1] XU Jin-Feng[2]
YU Kun[1] DANG Feng-Hua[1] ZHAO Xue-Juan[1] SHI Xiao-Li[1]
(1. Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;
2. Plant Protection Station of Qianshan, Qianshan 246300, China)

**Abstract** Analysis of the abundance, temporal occurrence and spatial patterns of two Coleopteran insect pests and their predatory natural enemies was conducted using grey system analysis, ecological niche analysis and collective intention analysis. The two insect pests were *Myllocerinus aurolineatus* Voss and *Basilepta melanopus* Lefevre. The synthetic ranking results indicate that the dominant natural enemies of *M. aurolineatus* were *Synuchus atricolor* Bates, *Enoplognatha japonica* Boes. *et* Str. and *Xysticus ephippiatus* Simon. Dominant natural enemies of *B. melanopus* were *Erigonidium graminicolum* Sundevall, *Tetragnatha maxillosa* Thorell and *Neoscona theisi* Walckenaer. Average aggregation size of *M. aurolineatus* was less than two due to environmental factors but the average aggregation size of *B. melanopus* was greater than two due to the natural tendency of this pest to aggregate. Due to a variety of environmental factors (including pests) the average aggregation sizes of the natural enemies were less than two.

**Key words** tea garden, Coleoptera pests, predatory enemies, population dynamics

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

* 资助项目:国家自然科学基金项目(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)。

** E-mail: keshengbing@126.com
*** 通讯作者,E-mail: zhouxz@ahau.edu.cn; bishoudong@163.com

收稿日期:2010-04-12,接受日期:2010-05-29

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。鞘翅目害虫是茶树害虫的重要类群,危害茶树新梢嫩叶等,严重影响茶叶的品质和产量。主要害虫茶丽纹象甲 *Myllocerinus aurolineatus* Voss 对春茶危害大(廖冬晴等,2007)。用锐劲特防治效果明显(谭济才等,1987;黄世维,2005),白僵菌 871 菌株室内罹病率达 90% 以上(王庆森等, 2002),其田间防治效果达 80% ~ 90%,持效期可达 1 ~ 2 年(孙晓玲和陈宗懋,2009)。茶角胸叶甲 *Basilepta melanopus* Lefevre 是南方茶区一种较为普遍发生的成灾害虫,且其发生逐步向北迁移(吴光远等,2002)。该虫的危害对茶鲜叶芳香物质及其它内含物的含量变化有明显影响(吴光远等,1995;羊柏娥和王沅江,2008)。5% 锐劲特、0.3% 印楝素 EC、0.2% 的高渗甲氨基阿维菌素、甲酸盐 ME 等对该虫防治效果明显(刘克斌等,2005;曹潘荣等,2006),2 种害虫的天敌种类较多,包括蜘蛛、黑步甲、胡氏列毛步甲和毛列步甲(李先文等,2007; 2008)。目前为止,上述 2 种鞘翅目主要害虫与其天敌之间的关系的系统研究未见报道,为此,研究 2 种害虫与其天敌的种群动态,从发生数量、时间及空间的关系上综合评定出 2 种害虫的主要天敌,其结果可为 2 种害虫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 $hm^2$,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,调查一些不易振落的天敌种类,然后用洗衣粉水液粘虫对样方中所有枝条进行盆拍,调查记载 2 种害虫的个体数及其天敌物种数和个体数。

### 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,共查 11 次。

### 1.4 数学分析方法

**1.4.1 2 种害虫与其天敌数量关系的分析** 2 种害虫与其天敌数量关系用灰色系统分析方法分析(邓聚龙,1990)。

**1.4.2 2 种害虫与其天敌空间关系的分析** 用 Levins(邹运鼎和王弘法,1989)生态位重叠指数($L_{ij}$)公式和用 Morisita(张金屯,1995)生态位相似性系数($C_{ij}$)公式分析害虫与其天敌之间的空间关系。

**1.4.3 2 种害虫和天敌的空间格局及其差异和原因分析(邹运鼎和王弘法,1989)** 分别采用 Poisson 扩散系数 $C$、David 等丛生指标数 $I$、聚块性指数 $I_w$ 和久野指数 $Ca$ 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。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(1954)的公式进行判断。用 Arbous 和 Kerrich (1951)提出的种群聚集均数公式按照 Blakith(1958)提出的判断标准判别聚集原因。

## 2 结果与分析

茶园共有 52 种害虫和 37 种捕食性天敌,鞘翅目主要害虫有茶丽纹象甲、茶角胸叶甲,其捕食性天敌有草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall、八点球腹蛛 *Theridion octomaculatum* Boes. *et* Str.、锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa* Thorell、鞍型花蟹蛛 *Xysticus ephippiatus* Simon、日本球腹蛛 *Enoplognatha japonica* Boes. *et*. Str.、茶色新圆蛛 *Neoscona theisi* Walckenaer、三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus* Fabr.、斑管巢蛛 *Clubiona reichini* Schenkel、黑步甲 *Synuchus atricolor* Bates 和黑蚂蚁 *Lasius niger* Linnaeus 等。

### 2.1 2 种鞘翅目主要害虫与其天敌的数量关系

用灰色系统分析方法分析 2 种害虫与其天敌之间的关联度(表 1)。两者之间数量的关联度越大,即表示害虫与其天敌数量上关系越密切,即在数量上天敌对害虫的跟随关系越明显。与茶丽纹象甲关联度大的前 5 位天敌为:黑步甲、日本球腹蛛、草间小黑蛛、鞍型花蟹蛛和八点球腹蛛;与茶角胸叶甲关联度大的则为:茶色新圆蛛、草间小黑蛛、斑管巢蛛、黑蚂蚁和八点球腹蛛。

### 2.2 茶园 2 种主要鞘翅目害虫与其天敌在时间上的关系

茶园 2 种害虫与其天敌之间的时间生态位重叠指数见表 2,两者之间的时间生态位重叠指数越大,表明天敌与害虫之间在发生时间上的同步性越高,即天敌对害虫在时间上的跟随关系越密切。与茶丽纹象甲时间生态位重叠指数大的前 5 位天敌为:黑步甲、日本球腹蛛、草间小黑蛛、鞍型花蟹蛛和八点球腹蛛;与茶角胸叶甲时间生态位重叠指数大的前 5 位天敌的为:茶色新圆蛛、斑管巢蛛、草间小黑蛛、八点球腹蛛和锥腹肖蛸。

茶园 2 种害虫与其天敌之间的时间相似性比例系数见表 3,天敌与害虫之间的时间生态位相似性系数越大,表明天敌与害虫之间在发生时间上越一致,即天敌对害虫在时间上跟随关系越密切。与茶丽纹象甲时间生态位相似性系数大的前 5 位天敌为:黑步甲、日本球腹蛛、鞍型花蟹蛛、草间小黑蛛和八点球腹蛛;与茶角胸叶甲时间生态位相似性系数大的前 5 位天敌的为:茶色新圆蛛、斑管巢蛛、草间小黑蛛、锥腹肖蛸和八点球腹蛛。

表 1　2 种害虫与其天敌数量的关联度

Table 1　Correlation degree of the amounts of two pests and their natural enemies

| 害虫 Pest | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ | $X_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Y_1$ | 0.8542 | 0.8294 | 0.8047 | 0.8396 | 0.8636 | 0.8190 | 0.7831 | 0.8189 | 0.8713 | 0.8024 |
| $Y_2$ | 0.8866 | 0.8741 | 0.8621 | 0.7938 | 0.8384 | 0.9183 | 0.8241 | 0.8828 | 0.8000 | 0.8786 |

注:$Y_1$ 茶丽纹象甲 *Myllocerinus aurolineatus* Voss;$Y_2$ 茶角胸叶甲 *Basilepta melanopus* Lefevre;$X_1$ 草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall;$X_2$ 八点球腹蛛 *Theridion octomaculatum* Boes. *et* Str.;$X_3$ 锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa* Thorell;$X_4$ 鞍型花蟹蛛 *Xysticus ephippiatus* Simon;$X_5$ 日本球腹蛛 *Enoplognatha japonica* Boes. *et*. Str.;$X_6$ 茶色新圆蛛 *Neoscona theisi* Walckenaer;$X_7$ 三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus* Fabr.;$X_8$ 斑管巢蛛 *Clubiona reichini* Schenkel;$X_9$ 黑步甲 *Synuchus atricolor* Bates;$X_{10}$ 黑蚂蚁 *Lasius niger* Linnaeus;下表同 The same below.

表 2　2 种害虫与其天敌在时间上的生态位重叠指数

Table 2　Time niche overlaps index of two pests and their natural enemies

| 害虫 Pest | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ | $X_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Y_1$ | 0.7411 | 0.3904 | 0.3446 | 0.7167 | 0.8071 | 0.3551 | 0.1430 | 0.3778 | 0.9276 | 0.2384 |
| $Y_2$ | 0.8422 | 0.7636 | 0.7586 | 0.3603 | 0.5593 | 0.8965 | 0.6067 | 0.8537 | 0.3138 | 0.6911 |

表 3　2 种害虫与其天敌在时间上的相似性系数

Table 3　Time niche proportional simiarity of two pests and their natural enemies

| 害虫 Pest | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ | $X_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Y_1$ | 0.7564 | 0.3887 | 0.3603 | 0.7591 | 0.8597 | 0.3698 | 0.1519 | 0.3800 | 0.9726 | 0.2547 |
| $Y_2$ | 0.8539 | 0.7672 | 0.7718 | 0.3688 | 0.5462 | 0.9160 | 0.6074 | 0.8620 | 0.2928 | 0.6989 |

与害虫时间生态位重叠指数和相似性系数由大到小的天敌综合排序,在时间上与害虫跟随关系密切的天敌,茶丽纹象甲的主要天敌是黑步甲、日本球腹蛛和草间小黑蛛;茶角胸叶甲的主要天敌是茶色新圆蛛、斑管巢蛛和草间小黑蛛。

### 2.3　2 种害虫与其天敌在空间上的关系

高峰日害虫与天敌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,茶丽纹象甲的高峰日是 5 月 19 日,茶角胸叶甲的高峰日是 8 月 3 日,与其天敌之间的空间关系用生态位分析法进行分析。

**2.3.1　2 种害虫高峰日时与其天敌在 104 样方上空间关联度**　害虫高峰日的天敌与害虫在 104 个样方上的空间关联度见表 4,与茶丽纹象甲关联度高的前 5 位天敌为:三突花蟹蛛、斑管巢蛛、黑步甲、黑蚂蚁和锥腹肖蛸;与茶角胸叶甲关联度高的前 5 位天敌则为:黑步甲、日本球腹蛛、锥腹肖蛸、八点球腹蛛和草间小黑蛛。

表 4 高峰日 2 种害虫与其天敌的空间关联度

Table 4 Spatial correlation degree of two pests and their natural enemies in peak period

| 日期 Date | 害虫 Pest | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ | $X_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05. 19 | $Y_1$ | 0. 9792 | 0. 9796 | 0. 9804 | 0. 9803 | 0. 9799 | 0. 9781 | 0. 9838 | 0. 9812 | 0. 9811 | 0. 9806 |
| 08. 03 | $Y_2$ | 0. 9821 | 0. 9822 | 0. 9830 | 0. 9811 | 0. 9842 | 0. 9812 | 0. 9805 | 0. 9817 | 0. 9852 | 0. 9803 |

**2. 3. 2 高峰日 2 种害虫与其天敌的空间生态位重叠指数** 2 种鞘翅目害虫与其天敌之间的空间生态位重叠指数见表 5,两者之间空间生态位重叠指数越大,表明天敌与害虫之间在空间上的同域性越大,而天敌对害虫在空间上的跟随关系越密切。与茶丽纹象甲空间生态位重叠指数大的前 5 位天敌为:黑步甲、日本球腹蛛、鞍型花蟹蛛、草间小黑蛛和斑管巢蛛;与茶角胸叶甲空间生态位重叠指数大的前 5 位天敌则为:锥腹肖蛸、八点球腹蛛、日本球腹蛛、草间小黑蛛和斑管巢蛛。

表 5 高峰日 2 种害虫与其天敌的空间生态位重叠指数

Table 5 Spatial niche overlaps index of two pests and their natural enemies in peak period

| 日期 Date | 害虫 Pest | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ | $X_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05. 19 | $Y_1$ | 0. 1833 | 0. 1353 | 0. 1291 | 0. 2083 | 0. 2136 | 0. 0000 | 0. 0000 | 0. 1768 | 0. 2741 | 0. 0000 |
| 08. 03 | $Y_2$ | 0. 0985 | 0. 1771 | 0. 1822 | 0. 0118 | 0. 0998 | 0. 0327 | 0. 0379 | 0. 0426 | 0. 0000 | 0. 0150 |

**2. 3. 3 2 种害虫与其天敌的空间生态位相似性系数** 2 种鞘翅目害虫与其天敌之间的空间相似性系数见表 6,害虫与其天敌之间空间生态位相似性系数越大,表示天敌与害虫之间上的同域性越大,即天敌对害虫在空间上的跟随关系越密明显。与茶丽纹象甲空间相似性系数大的前 5 位天敌为:鞍型花蟹蛛、黑步甲、锥腹肖蛸、斑管巢蛛和八点球腹蛛;与茶角胸叶甲空间相似性系数大的前 5 位天敌则为:日本球腹蛛、锥腹肖蛸、八点球腹蛛、草间小黑蛛和茶色新圆蛛。

表 6 高峰日 2 种害虫与其天敌的空间生态位相似性系数

Table 6 Spatial niche proportional simiarity of two pests and their natural enemies in peak period

| 日期 Date | 害虫 Pest | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ | $X_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05. 19 | $Y_1$ | 1. 4296 | 2. 0000 | 2. 8333 | 4. 0625 | 1. 7426 | 0. 0000 | 0. 0000 | 2. 3750 | 2. 9091 | 0. 0000 |
| 08. 03 | $Y_2$ | 0. 0747 | 0. 1104 | 0. 1223 | 0. 0178 | 0. 3003 | 0. 0278 | 0. 0228 | 0. 0253 | 0. 0000 | 0. 0114 |

通过与害虫在空间生态位重叠指数、相似性系数及关联度由大到小的天敌综合排序结果显示,茶丽纹象甲的主要天敌是:黑步甲、鞍型花蟹蛛和斑管巢蛛;茶角胸叶甲的主要天敌是:日本球腹蛛、锥腹肖蛸和八点球腹蛛蛛。

与害虫在数量、时间、空间关系上的综合排序得出:茶丽纹象甲的主要天敌是黑步甲、日本球腹蛛和鞍型花蟹蛛;茶角胸叶甲的主要天敌是草间小黑蛛、锥腹肖蛸和茶色新圆蛛。

### 2. 4 2 种害虫与其天敌的聚集程度及其差异和聚集原因

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,分析了 2 种害虫与其天敌之间的空间格局聚集程度及其差异(表 7)。茶丽纹象甲为随机格局,日本球腹蛛为聚集格局,鞍型花蟹蛛、黑步甲为随机格局。茶

角胸叶甲为聚集格局，草间小黑蛛和茶色新圆蛛为聚集格局，锥腹肖蛸为随机格局；用 David 和 Moore 提出 $w = -\frac{1}{2}\ln\left(\frac{v_1/m_1}{v_2/m_2}\right)$ 公式检验害虫与天敌空间格局聚集程度上的差异，由表 7 可以看出，求得 $|w|$ 的值均小于 25.3722（$|w| = 2.5\sqrt{n-1}$，n = 104），表明 2 种害虫与其天敌之间的聚集程度差异不显著。由表 7 看出，茶丽纹象甲的 $\lambda$ 值小于 2，说明其聚集是由环境的影响，而不是由活动所造成的，茶角胸叶甲的 $\lambda$ 值大于 2，说明其聚集是由昆虫主动聚集或任何一种因素引起的。2 种害虫的天敌 $\lambda$ 值均小于 2，说明其聚集是由于环境中的某些因子（包括害虫）引起的。

表 7　2 种鞘翅目主要害虫与其天敌空间聚集强度及其差异

Table 7　Aggregation intensity indices of two pests and their natural enemies in peak period

| 日期 Docte | 物种 Species | $I$ | $I_w$ | $Ca$ | $C$ | $K$ | $\|w\|$ | $\lambda$ | 分布类型 Distribution types |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10.28 | $Y_1$ | -0.1127 | 0.0238 | -0.9762 | 0.8873 | -1.0244 | | 0.0781 | 随机 |
| | $X_4$ | -0.1767 | 0.5405 | -0.4595 | 0.8233 | -2.1762 | 0.0374 | 0.2966 | 随机 |
| | $X_5$ | 0.0913 | 1.1187 | 0.1187 | 1.0913 | 8.4257 | 0.1035 | 0.7459 | 聚集 |
| | $X_9$ | -0.0129 | 0.9726 | -0.0274 | 0.9871 | -36.5420 | 0.0533 | 0.1934 | 随机 |
| 10.28 | $Y_2$ | 12.6705 | 24.1172 | 23.1172 | 13.6705 | 0.0433 | | 2.8797 | 聚集 |
| | $X_1$ | 2.0014 | 3.1681 | 2.1681 | 3.0014 | 0.4612 | 0.7581 | 0.4553 | 聚集 |
| | $X_3$ | -0.2037 | 0.5585 | -0.4415 | 0.7963 | -2.2652 | 1.4215 | 0.4432 | 随机 |
| | $X_6$ | 0.3047 | 1.9056 | 0.9056 | 1.3047 | 1.1043 | 1.1746 | 0.2112 | 聚集 |

## 3　结论与讨论

对茶树 2 种鞘翅目害虫与其天敌种群之间的关系用灰色系统分析法、生态位分析法和聚集强度分析法进行分析，分别从种群数量、发生时间、空间格局 3 个方面排序，然后进行综合排序，得出：茶丽纹象甲的主要天敌是黑步甲、日本球腹蛛、鞍型花蟹蛛、草间小黑蛛和斑管巢蛛；茶角胸叶甲的主要天敌是草间小黑蛛、锥腹肖蛸、茶色新圆蛛、八点球腹蛛和斑管巢蛛。

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（邹运鼎，1997），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（秦玉川和蔡宁华，1991；毕守东等，2000；邹运鼎等，2004，2007），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喜嗜性大小，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。付文锋等（2009）、赵鹏等（2009）依据烟粉虱与其天敌在数、时、空关系的密切程度判断出烟粉虱的主要天敌种类，徐玉蕊等（2010）从数时空方面分析与梨网蝽跟随关系密切的天敌种类，王晓翠等（2010）对 3 种蔷薇科果树主要害虫小绿叶蝉与其天敌在数、时、空关系方面密切程度判断出小绿叶蝉的主要天敌种类，其结果开创了评价天敌的一种新方法，为科学保护和利用天敌提供了科学依据，丰富了昆虫生态学内容。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 2 种鞘翅目害虫的主要天敌，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（References）

Arbous AG, Kerrich JE, 1951. Accident statistics and the concept of accident - proneness. *J. Biometrics*. , 7:340—432.

Blackith RE, 1958. Nearest - neighbour distance measurements for the estimation of animal populations. *J. Ecology*, 39, 147—150.

曹潘荣，刘克斌，刘春燕，雷建军，2006. 茶角胸叶甲侵害对

岭头单枞茶鲜叶芳香物质的影响. 应用生态学报, 17(11):2098—2101.

David FN, Moore PG, 1954. Notes on contagious distributions in plant populations. *Ann. Bot.*, 18:47—53.

毕守东,邹运鼎,陈高潮,孟庆雷,王公明,2000. 影响棉蚜种群数量的优势种天敌的灰色系统分析. 应用生态学报,11(3):417—422.

邓聚龙,1990. 灰色系统理论教程. 武汉:华中科技大学出版社. 33—84.

付文锋,赵鹏,陶金昌,邹运鼎,毕守东,耿继光,徐增恩,2009. 番茄田烟粉虱与其天敌的时空关系. 中国农业大学学报,14(4):77—83.

黄世维,2005. 茶丽纹象甲发生与综合技术. 茶叶科学技术,(3):35.

李先文,谭济才,柏晓勇,蒋承忠,罗亚丹, 2008. 几种药剂对茶角胸叶甲的室内杀虫活性测定及田间药效试验. 现代农药,7(3):44—47.

李先文,谭济才,陈建芝,罗亚丹,2007. 5% 锐劲特悬浮剂防治茶角胸叶甲试验. 现代农业科技,(1):52—57.

廖冬晴,梁广文,岑伊静, 2007. 斯氏线虫对有机茶园角胸叶甲的田间控制效应. 植物保护学报,34(4):447—448.

刘克斌,曹潘荣,刘春燕,邹元辉,2005. 茶角胸叶甲适度侵害对岭头单枞茶鲜叶内含成分的影响. 华南农业大学学报,26(4):15—18.

秦玉川,蔡宁华, 1991. 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. 生态学报, 11(4):331—337.

孙晓玲,陈宗懋,2009. 茶丽纹象甲防治研究现状及展望. 中国茶叶,(11):8—9.

谭济才,刘贵芳,王德兴,张国才,1987. 茶角胸叶甲的发生与防治. 中国茶叶,(1):15—16.

王庆森,曾明森,吴光远,2002. 应用锐劲特防治茶丽纹象甲的效果试验. 福建茶叶,(3):6—7.

王晓翠,徐玉蕊,李先秀,林雪飞,陶金昌,赵鹏,邹运鼎,毕守东,2010. 三种蔷薇科果树小绿叶蝉及其捕食性天敌种群动态的比较. 生态学报, 30(5):1272—1279.

吴光远,曾明森,王庆森,林阿祥,孙椒德, 2002. 白僵菌 871 菌株毒理及其防治茶丽纹象甲. 武夷科学,18:156—159.

吴光远,孙椒德,曾明森,林阿祥,许德元,王庆森,1995. 白僵菌 871 菌株防治茶丽纹象甲的效果. 福建省农科院学报,10(2):39—43.

徐玉蕊,王晓翠,林雪飞, 邹运鼎,毕守东,付文锋,陶金昌,赵鹏,2010. 砀山酥梨梨网蝽与其天敌关系动态分析. 南京农业大学学报,33(3):71—76.

羊柏娥,王沅江,2008. 茶角胸叶甲研究进展. 茶叶通讯,35(3):24—26.

张金屯,1995. 植被数量生态学方法. 北京:科学技术出版社. 58—78.

赵鹏,付文锋,赵燕红,徐增恩,邹运鼎,耿继光,毕守东,巫厚长,2009. 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. 生态学报, 24(10):5455—5462.

邹运鼎, 1997. 害虫管理中的天敌评价理论与应用. 北京:中国林业出版社. 27—90.

邹运鼎,李昌根,周夏芝,巫厚长,陈向阳,2007. 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. 植物保护学报,34(3):241—246.

邹运鼎,李磊,毕守东, 娄志,丁程成,高彩球,李昌根, 2004. 石榴园棉蚜及其天敌之间的关系. 应用生态学报,15(12):2325—2329.

邹运鼎,王弘法,1989. 农林昆虫生态学. 合肥:安徽科学技术出版社 . 311—327.