

有机、无公害和普通茶园管理方式对 节肢动物群落和主要害虫的影响

韩宝瑜, 崔林, 董文霞

(中国农业科学院茶叶研究所 农业部茶叶化学工程重点开放实验室, 杭州 310008)

摘要: 2002 年 7 月 ~ 2003 年 7 月对皖南一块有机茶园、一块无公害茶园和一块普通茶园茶丛中、茶丛上空及地表的昆虫、蜘蛛和螨类进行了调查。在有机茶园查得 20732 个体, 属于 131 种 70 科, 无公害茶园查得 42547 个体, 属于 97 种 50 科, 普通茶园中查得 35242 个体, 属于 89 种 50 科。在有机、无公害和普通茶园中: ① 假眼小绿叶蝉个体数及其占总个体数百分率分别为 5176 头和 25%、14049 头和 33%、17590 头和 50%; 茶尺蠖个体数及其占总个体数百分率分别为 340 头和 1.6%、13099 头和 30.8%、7154 头和 20.3%。② 蜂类、步甲类、虎甲类、瓢虫类和隐翅甲类的总种数和总个体数分别是 40 种和 2620 头、33 种和 1898 头、以及 29 种和 1610 头; ③ 天敌与害虫种数之比依次为 1:0.60、1:0.64 和 1:0.71, 个体数之比依次为 1:0.84、1:3.21 和 1:3.17; 茶尺蠖与茶尺蠖绒茧蜂个体数量之比依次为 3.4:1、18.8:1 和 17.0:1。有机茶园中蜘蛛与叶蝉数量相关显著 ($p < 0.05$)。 χ^2 测验表明, 有机、无公害和普通茶园相互间物种的数量组成差异较大。结果表明, 强烈的人为干预显著影响群落组成和主要害虫数量; 茶园禁用农药且周围的非茶园生境中植物相丰富, 将涵养天敌、减轻虫害。

关键词: 有机茶园; 无公害茶园; 普通茶园; 群落组成; 田间管理方式; 生物多样性

文章编号: 1000-0933(2006)05-1438-06 **中图分类号:** Q958, Q968 **文献标识码:** A

The effect of farming methods in organic, safety, and common tea gardens on the composition of arthropod communities and the abundances of main pests

HAN Bao-Yu, CUI Lin, DONG Wen-Xia (Key Laboratory of Tea Chemical Engineering of Ministry of Agriculture; Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310008, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(5): 1438 ~ 1443.

Abstract: A survey of species richness and abundance of insects, mites, and spiders within or around the tea clumps from an organic tea garden, a safety tea garden, and a common tea garden was conducted in the southern Anhui Province from July of 2002 to July of 2003. A total of 20,732 individuals of 131 species belonging to 70 families from the organic tea garden, 42,547 individuals of 97 species belonging to 50 families from the safety tea garden, and 35,242 individuals of 89 species belonging to 50 families from the common tea garden were recorded. Within the organic (O), the safety (S), and the common (C) tea gardens, respectively: the relative abundances of the tea green leafhopper (*Empoasca vitis* Gothe) were 25% (O), 33% (S), and 50% (C); the tea geometrid (*Ectopis oblique* Prout) were 1.6% (O), 30.8% (S), and 20.3% (C); wasps, ground beetles, tiger beetles, ladybugs, and rove beetles were the major natural enemies in the tea gardens, with their species richness and relative abundances being 40 and 12.63% (O), 33 and 4.45% (S), and 29 and 4.57% (C); the ratios of species richness between predators to pests were 1:0.60 (O), 1:0.64 (S), and 1:0.71 (C) while the ratios of abundance between predators to pests were 1:0.84 (O), 1:3.21 (S), and 1:3.17 (C); the ratios of abundance between the tea geometrid and the parasite wasp *Apanteles*

基金项目: 国家科技攻关资助项目(2001BA502B02); 中国农业科学院首批杰出人才科研基金资助项目(2002-382)

收稿日期: 2005-09-13; **修订日期:** 2006-03-09

作者简介: 韩宝瑜(1963~), 男, 安徽省人, 博士, 研究员, 主要从事昆虫化学生态学、茶树病虫害防治和茶学研究. E-mail: han-insect@263.net

Foundation item: The project was supported by the National Project of Tackling Key Problems of the Science and Technology (No.2001BA502B02); the Grant from the Research Foundation for Outstanding Scholars of Chinese Academy of Agricultural Sciences (No.2002-382)

Received date: 2005-09-13; **Accepted date:** 2006-03-09

Biography: HAN Bao-Yu, Ph. D., Professor, mainly engaged in chemical ecology of insects and tea plant disease and pest control. E-mail: han-insect@263.net

sp. were 3.4:1 (O), 18.8:1 (S), and 17.0:1 (C). In the organic tea garden the abundance of spiders was significantly correlated to that of the tea green leafhopper ($p < 0.05$). The χ^2 tests showed that the species compositions in the organic, the safety, and the common tea gardens differed significantly from each other. These results suggest that farming methods have great impacts on the community composition of arthropods and the relative abundance of major pests and their natural enemies. A ban on the use of insecticides in the tea gardens and enrichment of plant diversity in the habitats around the tea gardens would increase and conserve the abundance of natural enemies and consequently reduce the populations of insect pests and their damages.

Key words: organic tea garden; safety tea garden; common tea garden; community composition; farming method; biodiversity

20 世纪 80 年代后期,我国开始注重无公害茶叶的生产,20 世纪 90 年代中后期规模化开发有机茶叶^[1],当前 FAO、CFC 和 IFOAM(国际有机农业运动委员会)斥资促进我国和印度的有机茶产业。许多茶园被改造成无公害茶园或转换成有机茶园。我国农业部规定进入市场的茶叶应是无公害的,限制无公害茶园中使用的农药种类,规定了商品茶叶中最大农残限量^[2-4],有机茶园禁用农药^[4]。然而,几十年来假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothe 在我国茶区广泛发生。20 世纪 70 年代以来,茶尺蠖 *Ectropis oblique* Prout 在浙苏皖茶区猖獗,现已蔓延至全国茶区。严格的农药限制引发了难以克服的虫害问题。在茶园栽培管理方面,精耕细作,增施有机肥,茶园中、或茶园周围种植树木以丰富植物相,等等,剧烈地扰动了茶园生境、非茶园生境中的节肢动物。这些人为的干预对节肢动物群落组成、对假眼小绿叶蝉和茶尺蠖等主要害虫种群数量、以及对天敌数量有何影响?迄今国内未见报道,鲜见印度等主要产茶国家报道有机茶园病虫的发生特点及其控制策略。为深入探讨这些问题,遂选树龄、树高和行株距相同,品种相似的有机茶园、无公害茶园和普通茶园,进行 2a 的调查,分析 3 类茶园之间的差异,拟为有机茶园、无公害茶园的无害化治虫提供参考。

1 材料和方法

1.1 有机、无公害和普通 3 类供试茶园的生境及施药和栽培状况

2002 年 7 月~2003 年 7 月,选皖南敬亭山风景区内一块有机茶园、距敬亭山 5km 的一块无公害茶园、一块普通茶园,后两类茶园也间隔 5km。3 类茶园面积皆约 7hm²,茶树树龄 25a,树高 85~95cm,株距 35cm,行距 1.5m,群体种。有机茶园位于山腰,坡度 15°,海拔 320m,茶园中无树木,而四周被松、柏和槐树等林木紧密环绕,湿度较大,茶树芽叶持嫩性好。无公害茶园、普通茶园园中及周围皆无树木,少有杂草。

3 类茶园中防治假眼小绿叶蝉、茶尺蠖的时间在图 1 中标注,用药剂量为生产中的常用剂量。在栽培方面,有机茶园人工采摘春茶、夏茶和秋茶,2、9 月份施腐熟的人粪尿和菜籽饼肥,全年肥量为 300kg/667m²。无公害茶园人工采摘春茶和秋茶,机械采摘夏茶,2、5、7、9 月份施尿素和复合肥,全年肥量为 100kg/667m²。普通茶园人工采摘春茶和部分秋茶,机械采摘夏茶,2、9 月份施尿素,全年肥量为 80kg/667m²。3 类茶园都是每隔 2a 在夏茶后对茶丛轻修剪和修边,以整理园相。

1.2 调查和分析方法

每 7~10d 调查 1 次,采用不同方法调查栖于茶园不同小生境的节肢动物。先以平行跳跃法查 15 个样方,每样方为 1m 茶行,因多数节肢动物在茶丛上,遂将茶行一分为二,用力拍打茶枝、以塑料薄膜承接,鉴定昆虫和蜘蛛的科和种^[5-8],统计个体数。粉虱类、蚧类和螨类多分布于叶片上,依据几十年来的经验方法,随机从每样方的上、中、下层查 2 片成叶上这些昆虫的科、种和个体数。再以平行跳跃式调查茶园地表 15 个样方,每样方为 1m²。最后十字形横穿茶园,在茶蓬面上扫网 15 次,鉴定网捕节肢动物所属的科、种及其个体数。比较 3 类茶园节肢动物群落目、科、种数的差异。分析施药和栽培措施对茶园节肢动物群落组成、对假眼小绿叶蝉和茶尺蠖种群数量的影响。

2 结果与分析

2.1 茶园中主要节肢动物的种类

3 类茶园中的主要害虫和优势种天敌的种类相同。主要害虫为假眼小绿叶蝉、茶尺蠖、茶橙瘿螨

Acaphylla theae (Watt)、黑刺粉虱 *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance)、茶蚜 *Toxoptera aurantii* Boyer、茶丽纹象甲 *Mylocerinus aurolineatus* Voss 和多种蚱类。假眼小绿叶蝉个体数量最多。优势种天敌为异色瓢虫 *Leis axyridis* (Pallas) 十九斑变种、二斑变型、显明变种和显现变种,深点颧瓢虫 *Stethorus punctillum* Weise,小毛瓢虫 *Scymnus* sp.,刀角瓢虫 *Serangium japonicum* Chapin,龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* (Thunberg),七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* L.,蚜茧蜂 *Aphidius* sp.,刺粉虱黑蜂 *Amitus hesperidum* Silvestri,茶尺蠖绒茧蜂 *Apanteles* sp.,单白绵绒茧蜂 *Apanteles* sp.,门氏食蚜蝇 *Sphaerophoria menthastri* L.,大灰食蚜蝇 *Sphaerophoria corollae* F.,中华草蛉 *Chrysopa sinica* Tjeder,八斑球腹蛛 *Coleosoma octomaculatum* Böes. et Str.,草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall,黑斑亮腹蛛 *Singa hamata* Clerk,迷宫漏斗蛛 *Agelena labyrinthica* Clerk,斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus* L. koch,鞍形花蟹蛛 *Xysticus ephippiatus* Simon,三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus* F.,白斑猎蛛 *Evarcha albaria* Koch,以及黑色蝇虎 *Plerippus paykulli* Sarigny et Auclouin。3类茶园中小型瓢虫和小型蜘蛛的个体数较多。

2.2 3类典型茶园中节肢动物各类群的数量差异

2.2.1 茶园中主要的害虫和天敌类群及其数量

在有机茶园中查得各类节肢动物 20732 个,分属于 71 科中的 131 个种;在无公害茶园查得各类节肢动物 42547 个,分属于 50 科中的 97 个种;在普通茶园查得各类节肢动物 35242 个,分属于 50 科中的 89 个种(表 1)。

表 1 3类茶园区节肢动物群落的数量组成

Table 1 Numerical composition of arthropod communities in organic and safety and common tea gardens

目 Order	茶园类型 Type	科数及其百分率		种数及其百分率		个体数及其百分率	
		Family number	(%)	Richness	(%)	Abundance	(%)
同翅目 Homoptera	有机茶 Organic	6	8.57	10	7.63	5485	26.46
	无公害 Safety	6	12.00	9	9.28	15431	36.27
	普通 Common	6	12.00	11	12.36	15215	43.17
鳞翅目 Lepidoptera	有机茶 Organic	11	15.71	16	12.21	1682	8.11
	无公害 Safety	6	12.00	16	16.50	14235	33.46
	普通 Common	6	12.00	14	15.73	9224	26.17
鞘翅目 Coleoptera	有机茶 Organic	10	14.29	27	20.61	877	4.23
	无公害 Safety	7	14.00	20	20.62	921	2.16
	普通 Common	7	14.00	17	19.10	859	2.44
直翅目 Orthoptera	有机茶 Organic	4	4.29	5	3.82	50	0.24
	无公害 Safety	1	2.00	1	1.03	5	0.01
	普通 Common	1	2.00	1	1.12	4	0.01
半翅目 Hemiptera	有机茶 Organic	5	7.14	5	3.82	30	0.14
	无公害 Safety	2	4.00	2	2.06	16	0.04
	普通 Common	2	4.00	2	2.25	13	0.04
膜翅目 Hymenoptera	有机茶 Organic	10	14.29	22	16.79	1962	9.46
	无公害 Safety	9	18.00	19	19.59	2232	5.25
	普通 Common	9	18.00	17	19.10	899	2.55
脉翅目 Neuroptera	有机茶 Organic	1	1.43	3	2.29	59	0.28
	无公害 Safety	1	2.00	3	3.09	106	0.25
	普通 Common	1	2.00	2	2.25	96	0.27
螳螂目 Mantodea	有机茶 Organic	1	1.43	2	1.53	13	0.06
	无公害 Safety	0	0	0	0	0	0
	普通 Common	0	0	0	0	0	0
蜻蜓目 Odonata	有机茶 Organic	1	1.43	1	0.76	4	0.02
	无公害 Safety	1	2.00	1	1.03	5	0.01
	普通 Common	1	2.00	1	1.12	5	0.01
双翅目 Diptera	有机茶 Organic	6	8.57	8	6.11	95	0.46
	无公害 Safety	5	10.00	7	7.22	91	0.21
	普通 Common	5	10.00	7	7.87	83	0.24
蝉蟊目 Acarina	有机茶 Organic	2	2.86	2	1.53	20541	9.91
	无公害 Safety	2	4.00	2	2.06	2273	5.34
	普通 Common	2	4.00	2	2.25	2107	5.98
蜘蛛目 Arancida	有机茶 Organic	13	18.59	29	22.14	8005	38.61
	无公害 Safety	9	18.00	16	16.50	7430	17.46
	普通 Common	9	18.00	14	15.73	6224	17.66
啮虫目 Corrodentia	有机茶 Organic	1	1.43	1	0.76	416	2.01
	无公害 Safety	1	2.00	1	1.03	862	2.03
	普通 Common	1	2.00	1	1.12	513	1.46
合计 Total	有机茶 Organic	71	100	131	100	20732	100
	无公害 Safety	50	100	97	100	42547	100
	普通 Common	50	100	89	100	35242	100

有机、无公害和普通茶园中同翅目害虫(主要是叶蝉类)、鳞翅目害虫(主要是尺蠖类)和螨类害虫个体数之和分别占其总个体数的 43.00%、74.54% 和 74.72%, 即茶园主要害虫是叶蝉类、尺蠖类和螨类。3 类茶园中蜘蛛和膜翅目昆虫个体数之和分别占其总个体数的 48.07%、22.71%、20.21%, 即茶园天敌的优势类群是寄生蜂和蜘蛛。

2.2.2 3 类茶园节肢动物群落组成、优势种天敌和生物多样性的差异 尽管 3 类茶园主要物种是相同的, 但是节肢动物群落组成的差异是显著的。如果在物种这个层次上以 χ^2 测验对 3 类茶园进行差异性分析^[9], 如表 1, 有机茶园中, 同翅目、鳞翅目、鞘翅目、直翅目、半翅目、膜翅目、脉翅目、螳螂目、蜻蜓目、双翅目、蜉蝣目、蜘蛛目、啮虫目的物种数为 10、16、27、5、5、22、3、2、1、8、2、29 和 1, 无公害茶园和普通茶园拥有的物种数也可由表 1 得知, 对有机茶园和无公害茶园物种数的差异做 χ^2 测验, 得 χ^2 值 18.04989, 自由度 12, 显著水平 0.11418, 即两者的物种组成有显著差异($p < 0.05$)。有机茶园和普通茶园之间的 χ^2 值 18.73242, 自由度 12, 显著水平 0.09519($p < 0.05$), 差异显著。无公害茶园和普通茶园之间的 χ^2 值 1.07195, 自由度 12, 显著水平 0.99999, 差异也达到了显著水平($p < 0.05$)。所以, 长年受强烈的植保和栽培措施影响, 有机茶园群落组成与无公害茶园或普通茶园群落组成的差异已很显著, 无公害茶园与普通茶园群落组成的差异增大, 也达到了显著水平。

3 类茶园天敌类群的组成差异较大, 有机茶园蜘蛛种类和个体数较多(表 2)。蜂类、步甲类、虎甲类、瓢虫类和隐翅甲类是茶园重要天敌昆虫, 这 5 大类天敌的总种数和总个体数在有机、无公害和普通茶园中分别是 40 种和 2620 头、33 种和 1898 头、以及 29 种和 1610 头; 茶尺蠖与绒茧蜂个体数量之比依次为 3.4:1、18.8:1 和 17.0:1。有机茶园天敌资源较多。

表 2 有机茶园、无公害茶园和普通茶园节肢动物群落各类群的种数、个体数及益害比

Table 2 Richness and abundance of various groups as well as ratio of predators to pests in organic and safety and common tea gardens

类群 Group		有机茶园 Organic		无公害茶园 Safety		普通茶园 Common		
		Number	(%)	Number	(%)	Number	(%)	
植食性 Phytophagous	种数 Richness	49	37.40	38	39.18	37	41.57	
	个体数 Abundance	9445	45.56	32434	76.23	26787	76.01	
捕食性 Predatory	非蜘蛛类 Non-spider	种数 Richness	31	23.66	24	24.74	21	23.60
		个体数 Abundance	1387	6.69	1576	3.70	1364	3.87
	蜘蛛 Spider	种数 Richness	29	22.14	16	16.49	14	15.73
		个体数 Abundance	8005	38.61	7430	17.46	6224	17.66
寄生性 Parasitic	种数 Richness	22	16.79	19	19.59	17	19.10	
	个体数 Abundance	1895	9.14	1107	2.60	867	2.46	
合计 Total	种数 Richness	131	100.00	97	100.00	89	100.00	
	个体数 Abundance	20732	100.00	42547	100.00	35242	100.00	
天敌种数:害虫种数 Ratio of predator to pest richness		1:0.60		1:0.64		1:0.71		
天敌个体数:害虫个体数 Ratio of total predator to pest abundance		1:0.84		1:3.21		1:3.17		
总物种数:总个体数 Ratio of richness to total abundance		1:158.26		1:438.63		1:395.98		

有机茶园中物种丰富度最大, 个体数最小。若以高宝嘉等^[10]提出的总物种数与总个体数之比、天敌种数与害虫种数之比, 评价群落的多样性稳定性, 则有机茶园的多样性最大(表 2)。

2.3 3 类茶园管理方式对主要害虫数量的影响

查得有机、无公害和普通茶园中, 黑刺粉虱个体数依次为 201、981 头和 1001 头, 茶橙瘿螨个体数依次为 1556 头、1659 头和 1644 头, 茶尺蠖个体数及其占总个体数百分率分别为 340 头和 1.6%、13099 头和 30.8%、7154 头以及 20.3%, 假眼小绿叶蝉个体数及其占总个体数百分率分别为 5176 头和 25%、14049 头和 33%、以及 17590 头和 50%。普通茶园中叶蝉个体数占总个体数一半, 故人为强烈干预下的植保和栽培措施对主要害虫数量的影响很大。

假眼小绿叶蝉在全国茶区为害严重, 许多茶区每年化防 10 多次。有机茶园在 2002 年 9 月 11 日、10 月 8 日高剂量施用植物源农药——苦参碱防治假眼小绿叶蝉, 防效 40% ~ 50%, 短时间之后叶蝉虫口又很快回升

(图1)。无公害茶园在2002年9月3日、9月15日、11月2日、2003年5月12日、6月5日施吡虫啉、菊酯类和乐果防治叶蝉,叶蝉虫口下降后又迅速上升。2003年6月25日高剂量施菊酯类农药防治茶尺蠖,同时致叶蝉和蜘蛛虫口下降。普通茶园在2002年7月19日、9月11日、9月25日、10月26日、2003年5月12日、2003年6月21日施吡虫啉、菊酯类和乐果等农药防治叶蝉,其中6月15日施菊酯类防治茶尺蠖。有机茶园中施苦参碱对蜘蛛无明显影响,无公害茶园和普通茶园施用化学农药压低害虫虫口的同时,也杀伤了蜘蛛,一段时间后蜘蛛个体数才回升(图1)。

由以上分析可见,茶园中假眼小绿叶蝉的为害是很猖獗的。该叶蝉缺乏有效天敌,通常只受几种蜘蛛捕食,普通茶园和无公害茶园施药比较频繁,每次施药虽暂时控制了叶蝉,但是,蜘蛛数量也有下降。有机茶园禁用化学农药,蜘蛛未受到药害,对叶蝉表现出一定的跟随趋势(图1)。若将两次调查时间的间隔作为蜘蛛种群对叶蝉种群的时滞,将2002年7月17日、7月23日、...、2003年7月8日的蜘蛛数量,分别与2002年7月23日、7月30日、...、2003年7月15日的叶蝉数量相对应,进行相关分析,可得出有机茶园中蜘蛛与叶蝉的数量相关显著($p < 0.05$),相关系数 $R = 0.44$ 。其它两类茶园蜘蛛与叶蝉的相关不显著。

3 讨论

有机茶园禁用农药,益于天敌的生存。茶园附近的非茶园生境中密生松柏栎等林木,为茶园寄生蜂类和蜘蛛群落的恢复和繁盛提供种库^[11-13],茶园蜘蛛多,对叶蝉跟随效应显著。若合理使用农药、减免对蜘蛛的杀伤,冬季在行间和园边铺草为蜘蛛提供越冬场所,蜘蛛数量会逐渐增多,自然控制力明显提高^[14]。普通茶园和无公害茶园施药多、四周非茶园生境中植物相贫乏,对天敌的涵养能力较弱。

混种可增大作物田里的生物多样性^[15],增强整个农田系统的生物多样性和可持续性^[16],被认为是增大有机农田生物多样性的可行工具^[17]。印度也注重采摘、修剪、遮荫、施肥和栽植抗性茶树品种等农业措施的应用,以减免施药、增大生物多样性和降低农残^[18]。斯里兰卡提倡生态友好的茶园管理,减少施药,保护茶园环境,持续地控制病虫害^[19]。因此,减免施药,茶园中种植绿肥、四周植树以丰富植物相,冬季在行间地面上铺草、园边蓄养杂草以增加环境异质性,可提高物种多样性,减轻虫害。

供试的有机茶园或无公害茶园在几年前就按照有机茶或无公害茶的要求进行管理了,本文研究的是多年来采用有机或无公害管理方式下群落的组成和叶蝉等害虫的发生状况。从普通茶园向无公害茶园、有机转换茶园和有机茶园转变过程中,在强烈的人为干预下节肢动物群落进行着演替,为了动态地保护茶园生物多样性、可持续性利用天敌,值得探究这个演替过程。

References:

[1] Xu Y W, Zhu Y J. An Enchiridion of Organic Tea Development Techniques. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2001. 51 ~ 87.

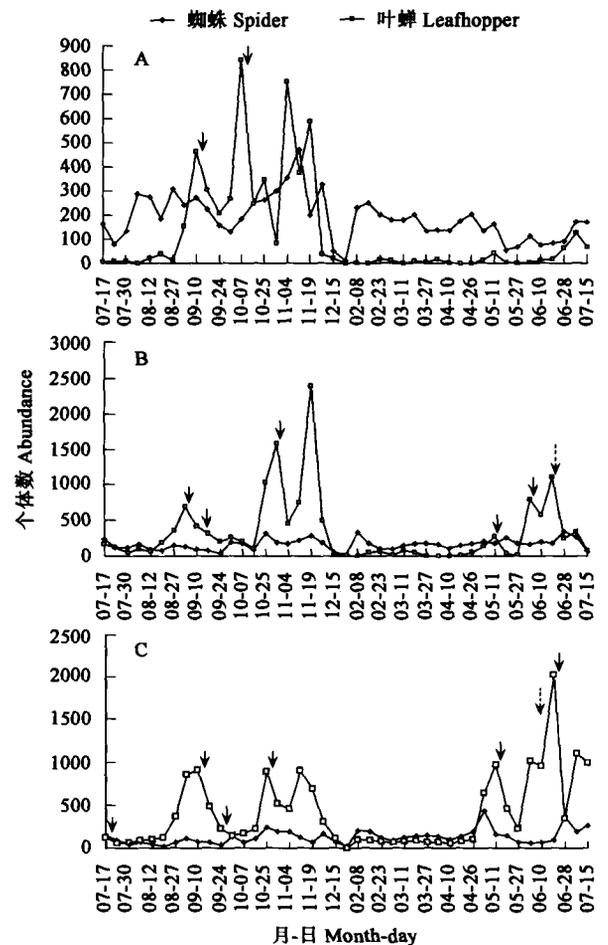


图1 3类茶园中防治时间以及蜘蛛和假眼小绿叶蝉种群动态

Fig.1 Control time as well as changes in populations of spiders and leafhoppers and both relativity

A: 有机茶园 Organic tea garden; B: 无公害茶园 Safety tea garden; C: 普通茶园 Common tea garden; ↓ 防治叶蝉 Control leafhopper; ↓ 防治茶尺蠖 Control tea geometrid

- [2] Chen Z M, Chen X F. Safely employed techniques of insecticides in safety tea gardens. Beijing: Gold Shield Publishing House, 2002.
- [3] Ministry of Agriculture P R China. Agricultural Industrial Standard of the P R China NY5020-2001: Safety Food—Environmental Condition for Tea Production Area. Beijing: China Standard Press, 2001.
- [4] Ministry of Agriculture P R China. Agricultural Industrial Standard of the P R China NY5199-2002: Environmental Condition for Organic Tea Production Area. Beijing: China Standard Press, 2002.
- [5] Tea Science Department of Anhui Agricultural College. Tea Plant Diseases and Pests. Hefei: Anhui Science and Technology Press, 1980. 49 ~ 58.
- [6] Tan J C, Deng X, Yuan Z M. Community structure of insects and spiders in different types of tea plantation. Acta Ecologica Sinica, 1998, 18(3): 289 ~ 294.
- [7] Chen Y F, Song C Q, Liu L M, Ye H X, Wu L T, Xu H Z. Studies on species of spiders in tea garden in China. Journal of Tea Science, 2000, 20 (1): 59 ~ 66.
- [8] Song D X. Spiders in China Farm Belt. Beijing: China Agriculture Press, 1987. 60 ~ 340.
- [9] Tang Q Y, Feng M G. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing: Science Press, 2002. 33 ~ 42.
- [10] Gao B J, Zhang Z Z, Li Z Y. Studies on the influence of the closed forest on the structure, diversity and stability of insect community. Acta Ecologica Sinica, 1992, 12 (1): 1 ~ 7.
- [11] Andrew C, Rosenheim J A. Impact of a predator overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. Ecological Entomology, 1996, 21: 155 ~ 164.
- [12] Gu D X, Zhang G R, Zhang W Q, Qiu D S. Community rebuilding of spider and its correlation with species pools in paddy fields. Acta Arachnologica Sinica, 1999, 8(2): 89 ~ 94.
- [13] You M S, Hou Y M, Liu Y F, Yang G, Li Z S, Cai H J. Non-crop habitat manipulation and integrated pest management in agroecosystems. Acta Entomologica Sinica, 2004, 47(2): 260 ~ 268.
- [14] Zhang J W, Wang Y J, Ren J S. Eco-control of tea green leafhopper (Homoptera: *Empoasca vitis*) and rational use of pesticides. Journal of Tea Science, 1992, 12(2): 139 ~ 144.
- [15] Vandermeer J. The Ecology of Intercropping. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- [16] Altieri M A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture Ecosystems and Environment, 1999, 74, 19 ~ 31.
- [17] Rämert B, Lennartsson M, Davies G. The use of mixed species cropping to manage pests and diseases-theory and practice. In: Powell *et al.* eds. UK Organic Research 2002: Proceedings of the COR Conference, 26-28th March 2002, Aberystwyth, 2002. 207 ~ 210.
- [18] Muralledharan N. Strategies for reducing pesticide residues in tea. International Journal of Tea Science, 2004, 3 (3&4): 105 ~ 109.
- [19] Gnanapragasam N C, Sivepalan P. Eco-friendly management of tea plantations towards sustainability. International Journal of Tea Science, 2004, 3, (3&4): 139 ~ 146.

参考文献:

- [1] 许允文, 朱跃进主编. 有机茶开发技术指南. 北京: 中国农业出版社, 2001. 51 ~ 87.
- [2] 陈宗懋, 陈雪芬编著. 无公害茶园农药安全使用技术. 北京: 金盾出版社, 2002.
- [3] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准 NY5020-2001: 无公害食品——茶叶产地环境条件. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [4] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准 NY5199-2002: 有机茶产地环境条件. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [5] 安徽农学院茶叶系. 茶树病虫害. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1980. 38 ~ 279.
- [6] 谭济才, 邓欣, 袁哲明. 不同类型茶园昆虫、蜘蛛群落结构分析. 生态学报, 1998, 18 (3): 289 ~ 294.
- [7] 陈银方, 宋昌琪, 刘林敏, 叶火香, 吴林土, 徐火忠. 中国茶园蜘蛛种类研究. 茶叶科学, 2000, 20 (1): 59 ~ 66.
- [8] 宋大祥. 中国农区蜘蛛. 北京: 农业出版社, 1987. 60 ~ 340.
- [9] 唐启义, 冯明光著. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002. 33 ~ 42.
- [10] 高宝嘉, 张执中, 李镇宇. 封山育林对昆虫群落结构及多样性稳定性影响的研究. 生态学报, 1992, 12(1): 1 ~ 7.
- [12] 古德祥, 张古忍, 张文庆, 邱道寿. 稻田蜘蛛群落的重建及与其种库的相关性. 蛛形学报, 1999. 8(2): 89 ~ 94.
- [13] 尤民生, 侯有明, 刘雨芳, 杨广, 李志胜, 蔡鸿娇. 农田非作物生境调控与害虫综合治理. 昆虫学报, 2004, 47(2): 260 ~ 268.
- [14] 张觉晚, 王沅江, 任菊仕. 假眼小绿叶蝉的生态控制与合理用药. 茶叶科学, 1992, 12(2): 139 ~ 144.