

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 30 卷 第 22 期
Vol.30 No.22
2010



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 30 卷 第 22 期 2010 年 11 月 (半月刊)

目次

高温对水稻叶片蛋白质表达的影响·····	曹云英,段 骅,王志琴,等 (6009)
茶园间作柑桔杨梅或吊瓜对叶蝉及蜘蛛类群数量和空间格局的影响·····	叶火香,崔 林,何迅民,等 (6019)
鼠尾藻生长与生殖的权衡·····	张树宝,唐永政,王志芳,等 (6027)
不同氮素水平下超高产夏玉米冠层的高光谱特征·····	陈国庆,齐文增,李 振,等 (6035)
近 100 年植被破坏侵蚀环境下土壤质量退化过程的定量评价 ·····	郑粉莉,张 锋,王 彬 (6044)
毛乌素沙地南缘沙漠化临界区域土壤养分的空间异质性·····	邱开阳,谢应忠,许冬梅,等 (6052)
CO ₂ 浓度倍增对干旱胁迫下黄瓜幼苗膜脂过氧化及抗氧化系统的影响 ·····	李清明,刘彬彬,艾希珍 (6063)
小兴安岭阔叶红松林粗木质残体空间分布的点格局分析·····	刘妍妍,金光泽 (6072)
光照对鄂东南 2 种落叶阔叶树种幼苗生长、光合特性和生物量分配的影响 ·····	杨 莹,王传华,刘艳红 (6082)
不同耕作和覆盖方式对紫色丘陵区坡耕地水土及养分流失的影响·····	林超文,罗春燕,庞良玉,等 (6091)
黄土残塬沟壑区流域次生植被物种分布的地形响应·····	王盛萍,张志强,张建军,等 (6102)
农村土地经营权流转对区域景观的影响——以北京市昌平区为例·····	刘 同,李 红,孙丹峰,等 (6113)
基于农户响应的北方农牧交错带生态改善策略·····	徐建英,柳文华,常 静,等 (6126)
滨岸不同植物配置模式的根系空间分布特征·····	仲启铖,杜 钦,张 超,等 (6135)
三江平原小叶章湿地剖面土壤微生物活性特征·····	杨桂生,宋长春,宋艳宇,等 (6146)
不同水分处理对湿地松幼苗生长与根部次生代谢物含量的影响·····	李昌晓,魏 虹,吕 茜,等 (6154)
生活污水慢渗生态处理对土壤及杨树生长的影响·····	白保勋,杨海青,樊 巍,等 (6163)
玉米连作及其施肥对土壤微生物群落功能多样性的影响·····	时 鹏,高 强,王淑平,等 (6173)
茶园 4 种半翅目主要害虫与其捕食性天敌的关系·····	周夏芝,毕守东,柯胜兵,等 (6183)
采煤塌陷地不同施肥处理对土壤微生物群落结构的影响·····	李金岚,洪坚平,谢英荷,等 (6193)
典型区域果园表层土壤 5 种重金属累积特征·····	杨世琦,刘国强,张爱平,等 (6201)
工业园区氮代谢——以江苏宜兴经济开发区为例·····	武娟妮,石 磊 (6208)
公路绿化带对路旁土壤重金属污染格局的影响及防护效应——以山西省主要公路为例·····	王 慧,郭晋平,张芸香,等 (6218)
奥运期间北京 PM _{2.5} 、NO _x 、CO 的动态特征及影响因素 ·····	曾 静,廖晓兰,任玉芬,等 (6227)
新疆绿洲农田土壤-棉花系统 9 种矿质元素生物循环特征 ·····	韩春丽,刘 娟,张旺锋,等 (6234)
甘肃省黄土高原旱作玉米水分适宜性评估·····	姚小英,蒲金涌,姚茹莘,等 (6242)
基于粪便 DNA 的马鹿种群数量和性比 ·····	田新民,张明海 (6249)
专论与综述	
水生态功能分区研究中的基本问题·····	唐 涛,蔡庆华 (6255)
土壤水分遥感监测研究进展·····	杨 涛,官辉力,李小娟,等 (6264)
中国北方气候暖干化对粮食作物的影响及应对措施·····	邓振镛,王 强,张 强,等 (6278)
问题讨论	
城市物质流分析框架及其指标体系构建·····	陈 波,杨建新,石 焱,等 (6289)
研究简报	
湖南会同不同退耕还林模式初期碳密度、碳贮量及其空间分布特征 ·····	田大伦,尹刚强,方 晰,等 (6297)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 300 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 32 * 2010-11

茶园间作柑桔杨梅或吊瓜对叶蝉及蜘蛛类群数量和空间格局的影响

叶火香^{1,2}, 崔林¹, 何迅民², 韩宝瑜^{1,*}

(1. 中国计量学院浙江省生物计量及检验检疫技术重点实验室, 杭州 310008; 2. 浙江省松阳县农业局, 浙江 松阳 323400)

摘要:为评价茶园间作几种常见经济作物对重要害虫假眼小绿叶蝉及其主要天敌蜘蛛类群数量和空间格局的影响, 遂选乌牛早品种纯茶园、乌牛早分别与柑桔、杨梅和吊瓜的间作茶园、以及安吉白茶与吊瓜间作茶园, 2007 年 9 月上旬—2008 年 12 月下旬, 每旬 1 次调查茶丛上、中、下层叶蝉和各种蜘蛛的数量。结果表明: (1) 与纯茶园相比, 间作茶园叶蝉种群数量和蜘蛛类群个体数量显著地增加, 间作茶园蜘蛛种数显著地增加; (2) 间作茶园茶丛上、中、下层叶蝉、蜘蛛个体数量分布明显区别于纯茶园茶丛上、中、下层叶蝉、蜘蛛个体数量分布; (3) 茶丛上层的嫩梢是制作高档茶的原料, 而纯茶园茶丛上层叶蝉虫口百分率为 54.16%, 间作茶园茶丛上层叶蝉虫口百分率皆减小, 并且叶蝉高峰期间蜘蛛的跟随效应增强; (4) 间作增加了经济收入并减少了防治次数。认为: (1) 间作可在一定程度上调控叶蝉种群、蜘蛛类群的数量和空间格局; (2) 间作可减轻叶蝉为害造成的产值损失, 增强了茶园群落对于叶蝉的自然控制潜能。

关键词:纯茶园; 间作茶园; 吊瓜; 杨梅; 柑桔; 假眼小绿叶蝉; 蜘蛛

Effect of intercropping tea with citrus, waxberry, or snake gourd on population density and spatial distribution of the tea green leafhopper and araneids

YE Huoxiang^{1,2}, CUI Lin¹, HE Xunmin², HAN Baoyu^{1,*}

1 Zhejiang Provincial Key Laboratory of Biometrology and Inspection & Quarantine, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China

2 Agricultural Bureau of Songyang County of Zhejiang Province, Songyang, Zhejiang 323400, China

Abstract: In order to evaluate the effect of intercropping tea plants with several common economic crops on population density and spatial distribution patterns of an important tea pest, the tea green leafhopper [*Empoasca vitis* (Gothe)] and its key araneid natural enemies, pure Wuniuzao tea cultivar plantation, Wuniuzao tea-citrus, Wuniuzao tea-waxberry, Wuniuzao tea-snake gourd and Anjibaicha tea-snake gourd intercropping plantations were chosen. The abundances of the leafhopper and the araneids within upper, middle and lower layers of tea clumps in each type of the tea plantation were investigated, from early September of 2007 to late December of 2008 at an interval of ten days. The results showed that: (1) the population density of the leafhopper and the individual numbers of the araneids were significantly higher in the intercropped tea plantations than those in the pure tea plantations; (2) the species richness of the araneids was also higher in the intercropped tea plantations than in the control; (3) the spatial distribution patterns of the leafhopper and the araneid individuals within upper, middle and lower layers of the tea clumps differed evidently between the intercropped tea plantations and the pure tea plantation; (4) the tender tea shoots in the upper layer of tea clumps are the major raw materials for top quality tea processing, and about 54.16% of the leafhoppers were detected in the upper layer of tea clumps in the pure tea plantation, which was significantly higher than that in the intercropped plantations; moreover, the functional and numerical responses of the araneids to the pest in the intercropped plantations during population peak of the leafhopper was quicker than in pure tea plantation; (5) the intercropping resulted in both the overall profit increase and the reduction

基金项目:中国计量学院实验室开放基金课题

收稿日期:2010-03-17; **修订日期:**2010-07-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hjpsx@yahoo.com.cn

in pest control operations. We conclude that intercropping tea with other crops may (1) regulate population density and spatial distribution patterns of the leafhopper and the araneids to some extent; (2) reduce the production loss caused by the leafhopper's damages, and reinforce the natural control potential against the leafhopper.

Key Words: pure tea plantation; intercropped tea plantation; snake gourd fruit; waxberry; citrus; tea green leafhopper; araneid

一些研究证实,农田间作其它作物以增加环境异质性、拓展群落的空间,会增大生物多样性。比如玉米间作高粱和蚕豆^[1]、小麦间作苜蓿^[2]、小麦间作油菜^[3]、小麦间作豌豆^[4]、茶园间作板栗和梨树^[5]等等,皆增加了生物多样性,强化了群落的自然控制潜能。我国的茶园间作技术始于唐、宋时期,一般间作经济林、果树和药用植物,主要目的是增加经济收入、或改善小气候以提升茶叶品质^[6-8]。迄今,较少考虑使用间作技术制约病虫害,也不知晓茶树与何种作物间作可以对优势种病虫形成有效的制约机制。

假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Göthe 广泛分布于我国大陆茶区,世代多,繁殖力强,通常在5月中旬—7月份、9—11月份形成2个虫口高峰,成、若虫刺吸幼嫩茶梢,致茶芽和叶片失水、弯曲、红变、焦枯。多年以来主要依赖化学防治,在其虫口高峰期3—5日就要施1次药,其对吡虫啉、联苯菊酯和啉虫脒的抗性已达中抗至高抗水平^[9],需要开拓新的防治途径。蜘蛛为其重要天敌类群,在一些有机茶园、山林间自然状态茶园^[10]、或者人工良好调控茶园^[11]中,植物繁茂,蜘蛛种类和个体数量都较多,部分蜘蛛种类对叶蝉有明显的捕食效应。为恰当评价间作对该叶蝉及蜘蛛的数量、空间分布的调控效应、以及选择适宜的间作模式,遂于浙江省松阳县选择了乌牛早品种的纯茶园,乌牛早茶树分别与杨梅、柑桔和吊瓜的间作茶园,以及安吉白茶与吊瓜间作茶园,长期地定园、分层调查,再进行数值分析。

1 材料与方法

1.1 纯茶园和间作茶园概况

选乌牛早品种的纯茶园、乌牛早-杨梅、乌牛早-柑桔和乌牛早-吊瓜间作茶园、以及安吉白茶-吊瓜间作茶园。5种供试茶园间距1—2 km,茶树树龄均为20 a,行距1.5 m,株距0.33 m,树高0.85—0.95 m。茶园管理措施相同:春天手工采摘茶树嫩梢制作名优茶,夏、秋季不采茶;每年10月上旬施基肥,每667 m²施菜籽饼肥200 kg;在假眼小绿叶蝉虫口高峰期的6月份和9月份,每月喷施吡虫啉。每隔3行茶树种植1行杨梅,同一行杨梅的株距约10 m,杨梅树高约2.3—2.5 m,树冠直径2.2—2.4 m。每隔3行茶树种植1行柑桔,同一行柑桔的株距为10 m,柑桔树高约2.3—2.5 m,树冠直径2.2—2.3 m。吊瓜,学名栝楼,为葫芦科多年生攀援藤本植物,5—10月份覆盖架上,6—8月份开花,9—10月份结果,吊瓜架距茶梢约1.6 m。

1.2 茶园叶蝉和蜘蛛的调查方法

从2007年9月至2008年12月,每月5、15、25日9:00之前露水未干时,在每块茶园中棋盘式选10个样方,每样方为1 m茶行,将茶行纵向一分为二,在每侧茶丛的上、中、下层各选2个长10 cm的枝条,查枝条上叶蝉成、若虫以及各种蜘蛛数。

1.3 分析方法

1.3.1 间作对叶蝉和蜘蛛总个体数及对蜘蛛种数的影响

为便于分析,本文称蜘蛛类为“蜘蛛类群”,以每次调查作为计量单位,计算平均数和标准差等。

绘制每种茶园叶蝉总个体数-时间、蜘蛛总个体数-时间动态图,比较间作茶园与纯茶园之间叶蝉、蜘蛛的动态差异,分别对各茶园叶蝉总个体数、蜘蛛总个体数之间差异作方差分析。

绘制每种茶园蜘蛛种数-时间动态图,比较间作茶园与纯茶园蜘蛛总种数之间的差异。

1.3.2 间作对叶蝉和蜘蛛垂直分层的影响

分析5种茶园茶丛上、中、下层每个层次中叶蝉数量差异的显著性、蜘蛛数量差异的显著性。

计算间作茶园与纯茶园茶丛上、中、下层叶蝉种群、蜘蛛类群个体数分别占各自总个体数的百分率,分析间作对其垂直分层的影响。

1.3.3 间作对叶蝉种群和蜘蛛类群数空特征的综合影响

以茶园叶蝉总个体数、上层、中层和下层叶蝉个体数为属性,茶园为实体,使用 DPS 分析软件^[12],先将数据正规化转换,采用卡方距离,对 5 种茶园用离差平方和法进行聚类分析,以揭示 5 种茶园叶蝉种群数空特征之间的异同。

同法对蜘蛛类群进行研究,分析 5 种茶园蜘蛛类群数、空特征之间的异同。

1.4 间作产生的经济和生态效益调查

调查 2007 年、2008 年纯茶园、间作茶园茶叶、水果经济收益。比较 2007 年 9 月—2008 年 12 月试验期间 5 种供试茶园的施药次数。

2 结果和分析

2.1 间作显著地增大叶蝉和蜘蛛总个体并强化蜘蛛对叶蝉的跟随效应

4 个间作茶园中叶蝉数皆大于纯茶园叶蝉数,只有乌牛早-杨梅间作茶园与纯茶园叶蝉数量之间差异不显著,以乌牛早-吊瓜间作茶园中叶蝉数量最多(表 1)。

表 1 5 种茶园之间的叶蝉总个体数和蜘蛛总个体数及蜘蛛种数的差异性

Table 1 Differences in total abundance of leafhoppers and total abundance and species richness of araneids from 5 types of tea plantations

茶园类型 Tea plantation type	叶蝉个体平均数 ± 标准差 Mean ± SD of leafhopper abundance	蜘蛛个体平均数 ± 标准差 Mean ± SD of araneid abundance	蜘蛛种数平均数 ± 标准差 Mean ± SD of araneid species richness
乌牛早-吊瓜间作茶园 Wuniuzao-snakegourd fruit	44.11 ± 10.73 a	21.13 ± 2.62 b	5.5 ± 0.3 c
安吉白茶-吊瓜间作茶园 Anjibaicha-snakegourd fruit	24.17 ± 6.06 b	41.00 ± 4.08 a	6.8 ± 0.2 a
乌牛早-柑桔间作茶园 Wuniuzao-citrus	22.50 ± 3.83 b	17.35 ± 2.99 c	5.7 ± 0.3 b
乌牛早-杨梅间作茶园 Wuniuzao-waxberry	18.54 ± 3.60 c	20.91 ± 2.05 b	5.7 ± 0.3 b
乌牛早纯茶园 Wuniuzao pure tea garden	17.20 ± 2.78 c	16.39 ± 1.61 c	4.0 ± 0.2 d

带有不同小写字母的同—列数据之间的差异达显著水平 $P < 0.05$

间作吊瓜的茶园中蜘蛛个体数量最多,其中安吉白茶-吊瓜间作茶园中蜘蛛数显著多于乌牛早-吊瓜间作茶园蜘蛛数;除了乌牛早-柑桔间作茶园,其它 3 个间作茶园中蜘蛛总个体数均显著大于纯茶园蜘蛛总个体数(表 1)。

5 种类型茶园中叶蝉总个体数-时间动态图、蜘蛛总个体数-时间动态图如图 1,可明显地发现:在叶蝉虫口高峰期,4 种间作茶园中蜘蛛对于叶蝉的跟随效应强于纯茶园。

2.2 间作显著地增加蜘蛛种数

本研究共查得 30 多种蜘蛛,主要种类为三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus*(F.)、白纹猎蛛 *Evarcha albaria*(L. Koch)、条纹蝇虎 *Plexippus setipes* Karsch、警戒蝇豹 *Jotus munitus* Boes. et Str.、花腹纽蛛 *Telamonia bifurcilinea* Boes. et Str.、斑管巢蛛 *Clubiona reichlini* Schenkel 和草间小黑蛛 *Erigonidium graminicola*(Sundvall)。前 6 种是捕食叶蝉的重要种类。蜘蛛种数-时间动态图如图 2,间作茶园种数均显著大于纯茶园,以安吉白茶-吊瓜间作茶园中蜘蛛种数最多(表 1、图 2)。

2.3 间作显著地影响叶蝉和蜘蛛个体在茶丛空间的分布格局

叶蝉趋嫩为害,2007 年和 2008 年的调查结果表明:纯茶园上层叶蝉数量较多,中、下层的数量逐层递减;间作茶园中,从上层至中、下层,叶蝉数量也呈逐层递减趋势(表 2)。但是,在纯茶园茶丛上层中的虫口百分

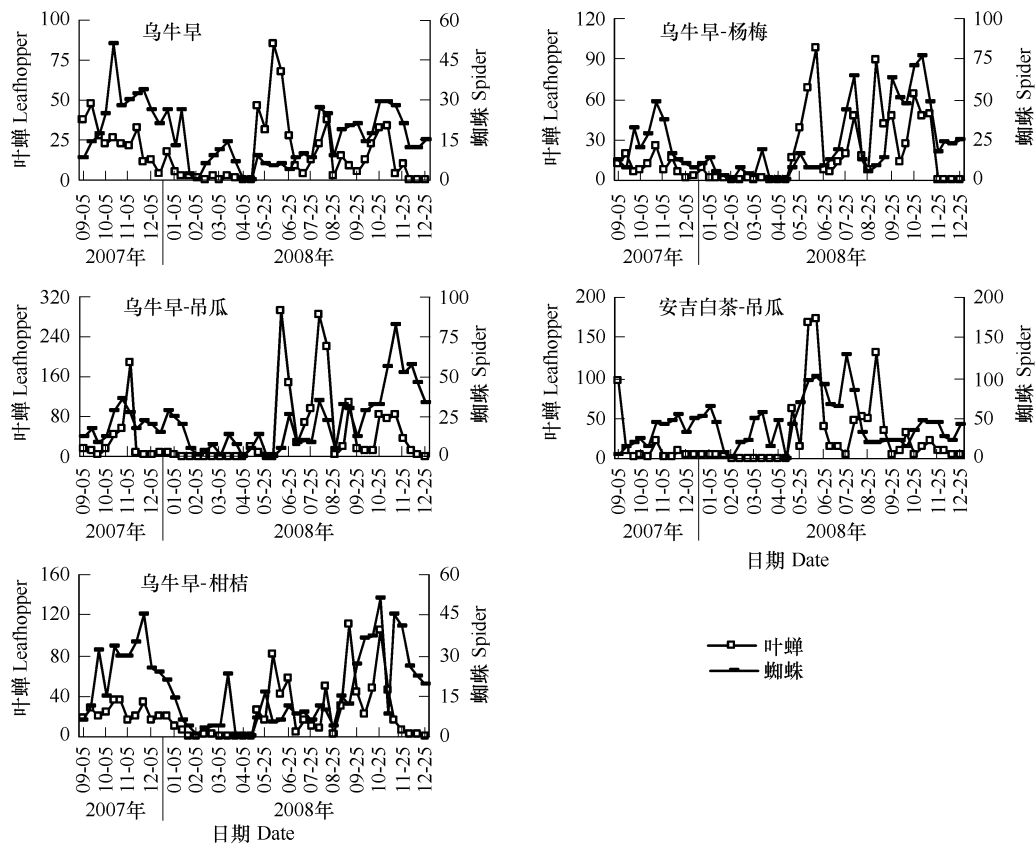


图1 4种间作茶园和纯茶园中假眼小绿叶蝉和蜘蛛个体数-时间动态图

Fig. 1 Fluctuation of tea green leafhopper and araneid populations in 4 types of intercropping tea plantations and pure tea plantation

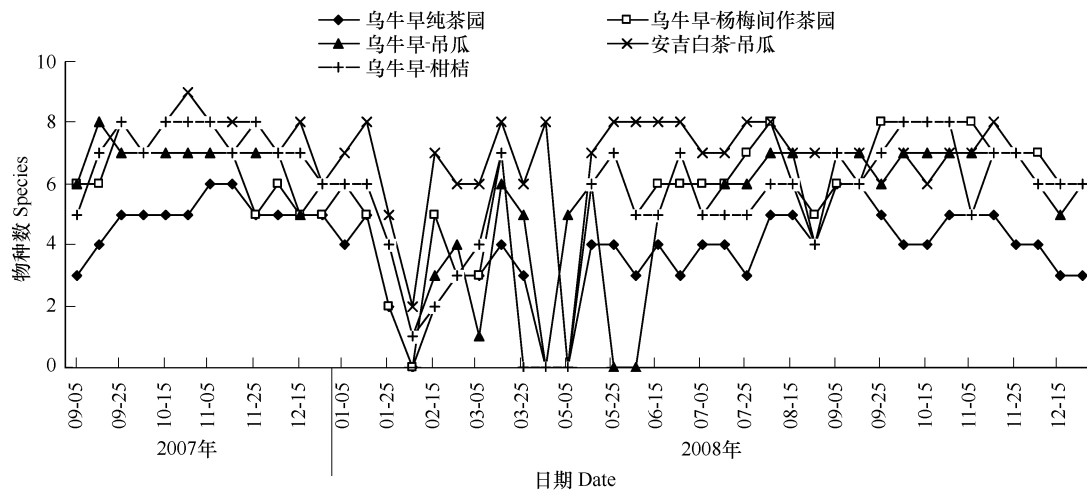


图2 4种间作茶园和纯茶园中蜘蛛种数-时间动态图

Fig. 2 Fluctuation of species richness of araneids in 4 types of intercropping tea plantations and pure tea plantation

率为 54.16%, 而间作茶园茶丛上层中的虫口百分率皆减小; 在纯茶园茶丛中层中的虫口百分率为 27.34%, 间作茶园茶丛中层中的虫口百分率皆增大; 在纯茶园茶丛下层中的虫口百分率为 18.49%, 除了安吉白茶-吊瓜间作茶园茶丛下层中的虫口百分率为 20.56%、其它 3 种间作茶园茶丛下层中的虫口百分率皆减小(表 3)。

纯茶园中, 从上层、中层至下层, 蜘蛛的数量则逐层递增; 间作茶园茶丛上层蜘蛛数量明显增加(表 2)。

表 2 4 块间作茶园及纯茶园 2007 和 2008 年度上中下层的叶蝉及蜘蛛个体数量

茶园类型 Type of tea plantation	物种 Species	2007 年 9 月 5 日至 12 月 25 日 From September 5 to December 25 in 2007						2008 年 1 月 5 日至 12 月 25 日 From January 5 to December 25 in 2008					
		上层 Upper layer		中层 Middle layer		下层 Lower layer		上层 Upper layer		中层 Middle layer		下层 Lower layer	
① 乌牛早纯茶园 Wuniuzao pure tea plantation	叶蝉 leafhopper	14.0 ± 7.9		5.8 ± 4.8		2.9 ± 2.4		6.7 ± 8.8		3.8 ± 5.7		2.9 ± 6.1	
	蜘蛛 araneid	3.9 ± 1.4		6.0 ± 3.7		9.3 ± 5.0		2.5 ± 2.8		1.9 ± 2.6		4.4 ± 3.8	
② 乌牛早-杨梅间作 Wuniuzao-waxberry intercrop tea plantation	叶蝉 leafhopper	6.2 ± 4.2		2.6 ± 2.6		1.2 ± 1.1		9.0 ± 12.4		6.8 ± 9.4		3.4 ± 6.2	
	蜘蛛 araneid	4.6 ± 4.4		4.3 ± 5.1		6.5 ± 5.5		7.4 ± 9.7		4.2 ± 6.6		4.9 ± 5.1	
③ 乌牛早-吊瓜间作 Wuniuzao-snakegourd fruit intercrop tea plantation	叶蝉 leafhopper	19.6 ± 35.2		8.8 ± 13.4		1.2 ± 1.1		21.4 ± 34.3		14.7 ± 24.8		8.1 ± 18.0	
	蜘蛛 araneid	6.2 ± 3.3		4.7 ± 3.7		41.0 ± 2.6		7.2 ± 9.7		3.3 ± 4.3		5.2 ± 4.9	
④ 安吉白茶-吊瓜间作 Anjibaicha-snakegourd fruit intercrop tea plantation	叶蝉 leafhopper	9.3 ± 17.6		3.0 ± 5.8		1.0 ± 2.3		11.7 ± 20.3		7.8 ± 13.9		5.8 ± 9.2	
	蜘蛛 araneid	13.7 ± 7.6		9.0 ± 6.6		6.3 ± 4.1		14.9 ± 12.4		9.8 ± 9.2		9.9 ± 8.3	
⑤ 乌牛早-柑桔间作 Wuniuzao-citrus intercrop tea plantation	叶蝉 leafhopper	13.7 ± 5.2		6.2 ± 2.2		2.3 ± 2.2		10.0 ± 15.0		6.3 ± 8.9		3.4 ± 5.3	
	蜘蛛 araneid	7.0 ± 3.2		5.9 ± 5.7		6.5 ± 3.6		3.6 ± 4.4		2.8 ± 3.9		4.4 ± 4.9	

表 3 4 块间作茶园及纯茶园茶丛中上下 3 个层次中叶蝉及蜘蛛个体数之间的差异性

茶园类型 Tea garden type	茶丛上层 Upper layer						茶丛中层 Middle layer						茶丛下层 Lower layer					
	叶蝉 Leafhopper		蜘蛛 Spider		% %		叶蝉 Leafhopper		蜘蛛 Spider		% %		叶蝉 Leafhopper		蜘蛛 Spider		% %	
乌牛早纯茶园 Wuniuzao pure tea garden	1006 a A	54.16 a A	334 b B	25.09 d D	635 a A	27.34 c CD	174 c C	25.82 c C	307 a A	18.49 c C	236 c C	49.09 a A						
乌牛早-柑桔间作茶园 Wuniuzao-citrus	534 b B	53.81 b B	701 a A	34.35 c C	316 b B	30.76 c C	462 a A	27.64 b B	220 b B	15.43 b B	434 a A	38.02 b B						
乌牛早-吊瓜间作茶园 Wuniuzao-snakegourd fruit	523 b B	51.64 b B	215 c C	44.89 b B	299 b B	32.60 b B	173 c C	23.39 b B	150 c C	15.76 c C	238 c C	31.72 c C						
安吉白茶-吊瓜间作茶园 Anjibaicha-snakegourd fruit	410 c C	49.91 b B	138 d D	43.89 a A	207 c C	29.53 c D	142 d D	28.93 a A	140 c C	20.56 a A	270 b B	27.18 d D						
乌牛早-杨梅间作茶园 Wuniuzao-waxberry	404 c C	49.33 c C	322 b B	41.23 b B	279 b B	34.07 a A	203 b B	25.99 c C	136 c C	16.61 b B	256 b BC	32.78 b B						

表中每个叶蝉（或蜘蛛）的个体数为试验期间（2007 年 9 月至 2008 年 12 月）查得的该层中的总数，跟随其后的百分数即为其占总叶蝉（或蜘蛛）数的百分率；同一列中带有不同小写字母的数据之间的差异达显著水平、带有不同大写字母的数据之间的差异达极

计算结果表明:纯茶园上层蜘蛛数量的百分率为 25.09%,间作茶园上层蜘蛛数量百分率皆显著增大;纯茶园中层蜘蛛数量的百分率为 25.82%,略大于上层,除了乌牛早(吊瓜间作茶园中层蜘蛛数量百分率减为 23.39%,其它 3 种间作茶园中层蜘蛛数量的百分率皆增大;纯茶园下层蜘蛛数量的百分率较大,为 49.09%,间作茶园下层蜘蛛数量的百分率皆减小(表 3)。

2.4 间作对叶蝉种群和蜘蛛类群数量和空间特征的综合影响

对叶蝉种群而言,乌牛早纯茶园、乌牛早-杨梅间作茶园、乌牛早-柑桔间作茶园聚为一类,乌牛早-吊瓜、安吉白茶-吊瓜间作茶园各自成为一类(图 3)。



图 3 4 种间作茶园和纯茶园假眼小绿叶蝉种群数量和空间结构相似性的聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis on similarity of numeral and spatial structure of population of tea green leafhopper in 4 types of intercrop tea plantations and pure tea plantation

对蜘蛛类群而言,乌牛早纯茶园、乌牛早-杨梅间作茶园、乌牛早-柑桔间作茶园聚为一类,乌牛早-吊瓜、安吉白茶-吊瓜间作茶园各自成为一类(图 4)。蜘蛛聚类的结果与叶蝉的聚类结果类似,亦即间作对于叶蝉、蜘蛛有相似的调控效应。

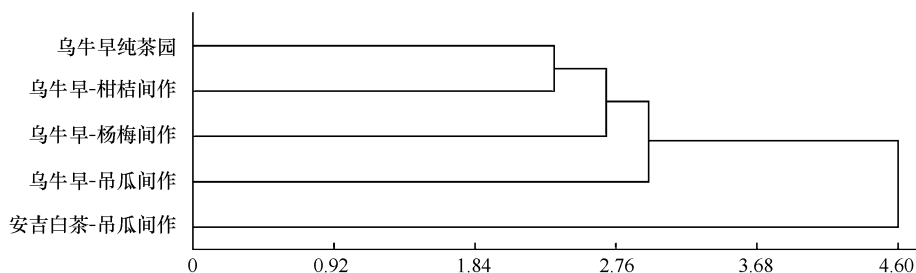


图 4 4 种间作茶园和纯茶园蜘蛛类群数量和空间结构相似性的聚类分析

Fig. 4 Cluster analysis on similarity of numeral and spatial structure of population of araneids in 4 types of intercrop tea plantations and pure tea plantation

2.5 间作增加了经济收入并减少了防治次数

乌牛早纯茶园 2007、2008 年 2a 平均单产值 5100 元/666.7m²,乌牛早-柑桔间作茶园茶叶单产值 4000 元/666.7m²、柑桔单产值为 1400 元/666.7m²,共 5400 元;乌牛早-吊瓜、安吉白茶-吊瓜间作茶园茶叶单产值 4000 元/666.7m²、吊瓜单产值 2000 元/666.7m²,总产值皆为 6000 元。乌牛早-杨梅间作茶园茶叶单产值 4000 元/666.7m²、杨梅单产值 2500 元/666.7m²。总产值为 6500 元,可看出,间作增加了产值,其产值依次增加 5.9%、17.7%、17.7% 和 27.5%。

从 2007 年 9 月—2008 年 12 月,乌牛早纯茶园施药防治叶蝉 6 次;乌牛早-柑桔、乌牛早-杨梅间作茶园分别防治叶蝉 2 次;尽管乌牛早-吊瓜、安吉白茶-吊瓜间作茶园叶蝉虫口较大,但这两种茶园各防治叶蝉 4 次。间作减少了施药次数。

3 讨论

间作显著地增大了叶蝉种群数量、蜘蛛类群个体数量,显著地增加了蜘蛛的种数;其次,间作改变了茶丛

上、中、下层中叶蝉、蜘蛛个体数量的分布,改变了茶丛上、中、下层的叶蝉、蜘蛛数量百分率;再者,本文选用茶园总虫口、茶丛上层虫口、中层虫口、下层虫口为属性进行聚类分析,这 4 个属性包涵了种群的数量和空间信息,结果显示:同是乌牛早品种的茶园,若间作不同的作物,可致茶园中叶蝉(或蜘蛛)种群之间的相异性加大,从而聚为不同的类。有研究表明,分别间作百麦根、扁茎黄芪和白三叶草 3 种牧草、以及自然生长杂草的 4 种枣园中,蜘蛛个体数、物种数均以蟹蛛科、园蛛科、狼蛛科居多,以星豹蛛、三突花蛛、棕管巢蛛、草间小黑蛛、陕西平腹蛛为优势种,但蜘蛛类群的个体数、物种数、多样性和均匀度存在明显差别^[13]。种植紫花苜蓿可以改善果园生物结构组成,增强果园的自然调控能力^[14]。因此,可以认为间作可在一定程度上调节叶蝉、蜘蛛的数量和空间格局。

茶丛上层由茶树嫩梢组成,嫩梢是制茶的原料,间作茶园茶丛上层叶蝉虫口的百分率下降,就减轻了叶蝉造成的产量损失(表 3)。同时,间作茶园的蜘蛛种数和个体数显著增加,并且在叶蝉虫口高峰期间,蜘蛛类群对叶蝉种群的跟随效应增强(图 1)。第三,间作也提供了更宽阔的空间,部分叶蝉虫口可以从茶树上转移至间作作物上为害。第四,茶树上的蜘蛛受到扰动时也可转移至间作作物上栖息和觅食,间作作物形成了茶园蜘蛛的“源”或“库”,以维持蜘蛛种群的繁衍。第五,间作还能够造成复杂的视觉和嗅觉刺激,从而扰乱害虫寻找寄主植物。斯里兰卡就在茶园中种植诱虫植物以诱捕害虫,而减轻对茶树的为害^[15],南印度茶园中间作热带雨林植物中的菊科观赏植物 *Montanoa bipinnatifida* C. Koch 可诱集重要茶树害虫茶枝小蠹虫 *Xyleborus fornicatus* Eichhoff 等^[16]。所以,间作具有减小叶蝉为害的功效,增强了茶园群落对于叶蝉的自然控制。

一些研究证实,间作之所以强化了自然控制,是因为其增加了天敌的种类和个体数。比如,小麦间作豌豆可提高优势天敌瓢虫类和蚜茧蜂类的种群密度,有效降低麦长管蚜 *Sitobion avenae* (F.) 的种群数量^[4]。大蒜与小白菜间作可在降低植食性昆虫数量的同时提高寄生性天敌数量,优势种菜蚜茧蜂对蚜虫表现出跟随现象^[17]。间作苜蓿的棉田中主要天敌蜘蛛类与害虫生态位重叠度大,能更有效地控制棉花害虫^[18]。杏-麦间作果园分别套种油菜、芜菁和紫花苜蓿 3 种蜜源植物,天敌亚群落的物种多样性指数和均匀度指数均高于作为对照的杏-麦间作果园,害虫亚群落的物种多样性指数和均匀度指数均低于对照果园^[19]。

本研究中,安吉白茶-吊瓜、乌牛早-吊瓜间作茶园中叶蝉个体数量显著增多,这是因为叶蝉嗜食吊瓜的叶片和嫩茎,在法国、巴西等国家和地区假眼小绿叶蝉就是藤蔓植物上一种重要害虫^[20]。但是,蜘蛛具有攀援和飞航习性,嗜好攀援吊瓜等藤蔓植物,以致于安吉白茶-吊瓜、乌牛早-吊瓜间作茶园中蜘蛛也很多。查得的三突花蛛、白纹猎蛛、条纹蝇虎、警戒蝇豹、花腹纽蛛和斑管巢蛛为捕食假眼小叶蝉成、若虫的主要蜘蛛种类^[11],发现这 6 种蜘蛛的成蛛在安吉白茶-吊瓜、乌牛早-吊瓜间作茶园中分别占成蛛总数的 75% 和 68%,前者拥有更多的捕食叶蝉的蜘蛛。

本研究对间作茶园和纯茶园经济收益的对比分析表明,间作可获得更大的经济收益。枣园间作作物、牧草或适当保留一定数量的杂草,能有效地利用枣园空间和自然资源,增加了生物多样性,提高枣园单位面积的纯收入^[21]。

间作作物会与茶树竞争阳光和水肥等资源,但一般认为茶树是耐荫植物,当遮荫度不超过 1/3 时不会影响光合作用,适度遮荫还利于提高茶叶品质^[6-8],还可使用修剪、施肥等栽培措施调节竞争。

References:

- [1] Songa J M, Jiang N, Schulthess F, Omwega C. The role of intercropping different cereal species in controlling lepidopteran stemborers on maize in Kenya. *Journal of Applied Entomology*, 2007, 131 (1): 40-49.
- [2] Ma K Z, Hao S G, Zhao H Y, Kang L. Strip cropping wheat and alfalfa to improve the biological control of the wheat aphid *Macrosiphum avenae* by the mite *Allothrombium ovatum*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2007, 119: 49-52.
- [3] Ferguson A W, Barari H, Warner D J, Campbell J M, Smith E T, Watts N P, Williams I H. Distributions and interactions of the stem miners *Psylliodes chrysocephala* and *Ceutorhynchus pallidactylus* and their parasitoids in a crop of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2006, 119: 81-92.
- [4] Zhou H B, Chen J L, Cheng D F, Liu Y, Sun J R. Effects of wheat-pea intercropping on the population dynamics of *Sitobion avenae* (Homoptera:

- Aphididae) and its main natural enemies. *Acta Entomologica Sinica*, 2009, 52 (7): 775-782.
- [5] Han B Y, Jiang C J, Li Z M. Components of arthropod communities in tea gardens with four different cultivation types. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21 (4): 646-652.
- [6] Gong X F, Yu Y B, Xiao B, Chen C C, Jin S. Effects of different cultivating modes of tea gardens on environment and tea quality. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2008, 28 (12): 2485-2491.
- [7] Liu B Y. Studies on complex ecosystems of tea and fruits plants intercrop in hills in Southern Anhui Province. *Bulletin of Tea Business*, 1998, 20 (1): 13-15.
- [8] Guo Z M, Zhang Y Q, Deegen P, Uibrig H. Economic Analyses of rubber and tea plantations and rubber-tea intercropping in Hainan, China. *Agroforestry Systems*, 2006, 66: 117-127.
- [9] Zhuang J X, Fu X, Fu J W, Su Q Q, Li J Y, Zhan Z X. The Regional Diversity of Resistance of Tea Green Leafhopper, *Empoasca vitis* (Gothe), to Insecticides in Fujian Province. *Journal of Tea Science*, 2009, 29(2): 154-158.
- [10] Han B Y, Cui L, Dong W X. The effect of farming methods in organic, safety, and common tea gardens on the composition of arthropod communities and the abundances of main pests. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26 (5): 1438-1443.
- [11] 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.
- [12] Tang Q Y, Feng M G. DPS data processing system — Experimental design, statistical analysis and data mining. Beijing: Science Press, 2007.
- [13] Liu X, Zheng G H, Guo R P, Cheng C H, Chang X H. Study on spider community characteristic in forage grasses intercropping jujube orchard. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2009, 37 (5): 67-69.
- [14] Zhai Y Z, Zhang B L, Liang F Q, Jin Z M, Yan X D. Analysis of effect to ecosystem of apple orchard intercropped with alfalfa. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2008, 12 (1): 38-39.
- [15] Gnanapragasam N C, Sivepalan P. Eco-friendly management of tea plantations towards sustainability. *International Journal of Tea Science*, 2004, 3 (3 & 4): 139-146.
- [16] UPASI Tea Research Institute Website 2009. <http://www.upasitearesearch.org>.
- [17] Cai H J, You M S. Effects of garlic-Chinese cabbage intercropping systems on the guilds of arthropod communities in vegetable fields. *Entomological Journal of East China*, 2007, 16 (1): 1-7.
- [18] Chen M, Zhou Z X, Luo J C. Niche and temporal pattern of arthropod community in cotton-alfalfa intercrop fields. *Acta Pratacul Turae Sinica*, 2008, 17 (4): 132-140.
- [19] Ding R F, Wang X L, Xu Y, Li H B, Wang F, Wang D, Sun S L. The effect of honey plants on arthropod community in apricot and wheat intercropping orchard. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2008, 45 (5): 960-963.
- [20] Decante D, van Helden M. Population ecology of *Empoasca vitis* (Göthe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: Influence of migration and landscape. *Crop Protection*, 2006, 25 (7): 696-704.
- [21] Shi G L, Zhao L L, Miao Z W, Liu S Q, Cao H, Li S Y, Pike B. The structure and dynamics of pest in sect communities in jujube sites of different intercropped systems. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25 (9): 2263-2271.

参考文献:

- [4] 周海波, 陈巨莲, 程登发, 刘勇, 孙京瑞. 小麦间作豌豆对麦长管蚜及其主要天敌种群动态的影响. *昆虫学报*, 2009, 52 (7): 775-782.
- [5] 韩宝瑜, 江昌俊, 李卓民. 间作密植和单行茶园节肢动物群落组成差异. *生态学报*, 2001, 21 (4): 646-652.
- [6] 巩雪峰, 余有本, 肖斌, 陈婵婵, 金珊. 不同栽培模式对茶园生态环境及茶叶品质的影响. *西北植物学报*, 2008, 28 (12): 2485-2491.
- [7] 刘步瑶. 皖南丘陵茶果间作型复合生态系统的研究. *茶业通报*, 1998, 20 (1): 13-15.
- [9] 庄家祥, 傅建炜, 苏庆泉, 李建宇, 占志雄. 福建省茶小绿叶蝉抗药性的地区差异. *茶叶科学*, 2009, 29(2): 154-158.
- [10] 韩宝瑜, 崔林, 董文霞. 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. *生态学报*, 2006, 26 (5): 1438-1443.
- [11] 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.
- [12] 唐启义, 冯明光著. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘. 北京: 科学出版社, 2007.
- [13] 刘新, 郑国宏, 郭瑞萍, 程聪荟, 常雪花. 间作牧草枣园蜘蛛群落特征研究. *山西农业科学*, 2009, 37 (5): 67-69.
- [14] 翟玉柱, 张宝玲, 梁凤芹, 金忠梅, 闫旭东. 间作苜蓿对苹果园生态系统效应的分析. *河北农业科学*, 2008, 12 (1): 38-39.
- [16] 南印度联合种植者协会茶叶研究所网站 UPASI Tea Research Institute Website 2009. <http://www.upasitearesearch.org>.
- [17] 蔡鸿娇, 尤民生. 大蒜-小白菜间作套种对菜田节肢动物功能团的影响. *华东昆虫学报*, 2007, 16 (1): 1-7.
- [18] 陈明, 周昭旭, 罗进仓. 间作苜蓿棉田节肢动物群落生态位及时间格局. *草业学报*, 2008, 17 (4): 132-140.
- [19] 丁瑞丰, 王小丽, 徐遥, 李号宾, 汪飞, 王东, 孙世龙. 套种蜜源植物对杏-麦间作果园节肢动物群落的影响. *新疆农业科学*, 2008, 45 (5): 960-963.
- [21] 师光禄, 赵莉茜, 苗振旺, 刘素琪, 曹挥, Li Shi You, Bruce PIKE. 不同间作枣园害虫的群落结构与动态. *生态学报*, 2005, 25 (9): 2263-2271.

2008 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2009 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	8956	1	生态学报	1.669
2	应用生态学报	7979	2	植物生态学报	1.656
3	植物生态学报	3742	3	应用生态学报	1.632
4	西北植物学报	3584	4	生物多样性	1.474
5	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3460	5	生态学杂志	1.276
6	植物生理学通讯	3187	6	植物学通报	1.058
7	生态学杂志	3148	7	西北植物学报	1.046
8	遗传学报	2142	8	植物生理与分子生物学 学报	1.034
9	植物生理与分子生物学学报	1855	9	遗传学报	0.887
10	昆虫学报	1580	10	遗传	0.835

★《生态学报》2008 年在核心版的 1868 种科技期刊排序中总被引频次 8956 次,全国排名第 2;影响因子 1.669,全国排名第 14;第 1~8 届连续 8 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 30 卷 第 22 期 (2010 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 30 No. 22 2010

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元