

间作密植和单行茶园节肢动物群落组成差异

韩宝瑜¹, 江昌俊^{1*}, 李卓民²

(1. 安徽农业大学茶叶生物技术农业部重点实验室, 合肥 230036; 2. 安徽省农垦厅, 合肥 230001)

摘要: 1998 年 1~12 月每月下旬, 对皖南敬亭山茶场栗-茶间作、梨-茶间作、3 行密植和单行条植茶园节肢动物群落的调查表明: 植食性昆虫种数分别占各类型茶园总物种数 51.9 %、53.6 %、54.4 % 和 56.6 %, 个体数依次占各类茶园总个体数 92.0 %、93.5 %、93.6 % 和 95.0 %; 捕食性昆虫和捕食螨种数则分别占 11.3 %、10.0 %、9.8 % 和 10.9 %, 个体数占 2.0 %、1.1 %、2.0 % 和 1.5 %; 寄生性昆虫种数占 9.2 %、9.1 %、9.3 % 和 9.3 %, 个体数占 1.8 %、1.1 %、1.8 % 和 1.3 %; 蜘蛛种数占 24.7 %、20.1 %、22.4 % 和 19.4 %, 个体数占 3.5 %、3.4 %、2.1 % 和 1.8 %。4 类茶园中的优势类群都是鳞翅目、同翅目、膜翅目、双翅目和蜘蛛目。月平均丰富度(S)和多样性指数(H')大小顺序: 栗-茶间作($S=74, H'=1.33$)、梨-茶间作($S=49, H'=1.24$)、3 行密植($S=31, H'=1.03$)和单行条植茶园($S=23, H'=0.89$)。主成分分析揭示了群落稳定性的大小: 栗-茶间作>梨-茶间作>3 行密植>单行条植茶园。

关键词: 栗-茶间作茶园; 梨-茶间作茶园; 3 行密植茶园; 单行条植茶园; 群落的多样性稳定性; 主成分分析

Components of arthropod communities in tea gardens with four different cultivation types

HAN Bao-Yu, JIANG Chang-Jun, LI Zhuo-Min (1. Key Laboratory of Tea Biotechnology of Ministry of Agriculture of Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China; 2. Agricultural Land Reclamation and Cultivation Department of Anhui Province, Hefei 230001, China)

Abstract: Surveys to arthropod communities in chestnut-tea intercrop, pear-tea intercrop, 3 row close planting and single row planting tea gardens were conducted. The results showed that: (1) Phytophagous pest species number to total species number in percentage was 51.9 %, 53.6 %, 54.4 % and 56.6 %, respectively in the above four cultivation styles, and the individual number to total individual number in percentage was 92.0 %, 93.5 %, 93.6 % and 95.0 %. (2) Predatory species number to total species number in percentage was 11.3 %, 10.0 %, 9.8 % and 10.9 % and the individual number was 2.0 %, 1.1 %, 2.0 % and 1.5 %. (3) Parasitic insect species number was 9.2 %, 9.1 %, 9.3 % and 9.3 % and individual number were in turn 1.8 %, 1.1 %, 1.8 % and 1.3 %. (4) Spider species number was 24.7 %, 20.1 %, 22.4 % and 19.4 % and individual number was in turn 3.5 %, 3.4 %, 2.1 % and 1.8 %. Dominant groups within the four types of tea gardens were Lepidoptera, Homoptera, Hymenoptera, Diptera and Arancida. Average richness (S) and diversity indices (H') per month took on the following order: chestnut-tea intercrop ($S=74, H'=1.33$) > pear-tea intercrop ($S=49, H'=1.24$) > 3 row close planting ($S=31, H'=1.03$) > single row planting tea gardens ($S=23, H'=0.89$). Principal component analysis indicated that community stability was in the order: chestnut-tea intercrop > pear-tea intercrop > 3 row close planting > single row planting tea garden.

Key words: tea garden; different cultivation; arthropoda communities; diversity and stability; principal

基金项目: 安徽省“九五”科技攻关项目(项目编号 9611020)

敬亭山茶场予以了大力协助, 谨致谢意。

* 通讯联系人。

收稿日期: 1999-01-18; 修订日期: 1999-09-29

作者简介: 韩宝瑜(1963-), 男, 安徽省寿县人, 博士, 副教授。主要从事昆虫化学生态学、昆虫数学生态学和茶学研究。

component analysis

文章编号:1000-0933(2001)04-0646-07 中图分类号:Q968 文献标识码:A

优化群落结构可强化群落自然控制害虫力度。90年代以来,印度、斯里兰卡和日本等产茶国家仍注重单项措施治虫,对茶园群落的研究较少。谭济才等^[1]对几种类型的单行条植茶园于5~6月份进行了调查和分析,发现生态控制茶园中昆虫和蜘蛛群落的丰富度、多样性指数和均匀度指数较大,综防茶园次之,化防茶园又次之。韩宝瑜^[2]发现品种园、母穗园、壮龄和幼龄茶园之间昆虫和蜘蛛群落的组成、多样性稳定性有着显著差异,害虫是造成茶园低产的主要原因之一。说明茶园组成和虫害程度有关。我国有大面积的茶果、茶-林间作及密植茶园,对其群落尚缺乏研究。若弄清其群落组成和虫害的关系,选择适宜的间作栽培模式,则利于持续地控制害虫,生产无公害茶叶和水果。

1 实验方法

1.1 样地状况和调查方法

1998年在皖南敬亭山茶场选栗-茶间作、梨-茶间作、3行密植和单行条植茶园。对茶树的采摘、水肥管理和植保措施一致。栗树上害虫未做过防治。9月份以功夫菊脂农药防治过1次梨树上的中国梨木虱(*Psylla chinensis*)。栗树树龄14a,根颈部直径15cm,高2.5~3.0m,树冠直径3~5m,行株距都是5m。栗树下茶树树龄12a,树幅宽度1.1~1.3m,高45~55cm。

每月下旬调查1次。以平行跳跃法选15株栗树,每株固定调查其东南方向在地面上垂直投影为1m²的树冠层中节肢动物的种数和个数。正对着树冠层的每个样方,在树下茶丛上相应地取15个样方。每样方是1m茶行,查其上、中、下层的东、西、南、北方位上内、外层共24个位点(每位点是10cm茶梢)上节肢动物的种数和个数。梨树树龄40a,根颈部直径30~35cm,高6~7m,树冠直径3~5m,行株距都是7m。其下茶树树龄12a。3行密植茶园即在1.5m的行距上种植3行茶树,树龄12a,树幅宽1.4~1.5cm,树高85~90cm。单行条植茶园行距1.5m,树龄12a,树幅宽1.2~1.4cm,树高80~85cm。对梨-茶间作茶园的调查方法同对栗-茶间作茶园的调查;对3行密植茶园和单行条植茶园的调查同对栗-茶间作中的茶丛的调查。

再分别以平行跳跃法于每样地的枯枝落叶层和土壤层中调查15个样方,两层中样方大小各为100cm(长)×50cm(宽),100cm(长)×50cm(宽)×10cm(深)。最后“十”字形横穿样地,随机扫网50次,网捕空中的昆虫。捕虫网以白布做成,网口直径30cm,深50cm。

1.2 物种分类及计数方法

将调查的生物分为植食性昆虫、捕食性昆虫和捕食螨、寄生性昆虫、蜘蛛和其它节肢动物,再鉴定至目、科和种。个体较小的原尾目、弹尾目昆虫和植食性螨类除外。

1.3 群落组成、多样性和稳定性的分析方法

比较每类型样地物种组成的异同,分析物种数、个体数和多样性指数的季节变化。群落多样性指数(H')、均匀度指数(R)和优势度指数(D)分别以公式 $H' = -\sum P_i \lg P_i$ 、 $R = H' / \lg S$ 和 $D = (S-1)N_{\max} / (N - N_{\max})$ 测算^[2~7]。其中, H' 为多样性指数, P_i 为第*i*物种个体数占总个体数的百分率, R 为均匀度指数, S 为物种数, D 为优势度指数, $N_{\max}$ 为个体数最大物种的个数。

参照文献^[2~6]的方法,评价群落的稳定性。其原理是:以物种数(S)、个体数(N)、多样性指数(H')、均匀度指数(R)和优势度指数(D)为属性,各个调查月份为实体,在计算机上做主成分分析,据各实体的主成分坐标绘出主成分坐标图。在二维主成分坐标图上,1个位点表示1个调查月份(即实体)群落的这5种特征值。如果其中连续几个月的群落结构稳定,内部未有害虫大发生,也未受较大的外部干扰,这几个月的群落特征值就相近,代表这几个月的位点也就比较靠近;反之,就较远。全部12个位点的密集或疏远等的排列方式,则显示全年12个月群落的变化动态,两种或多种群落的动态过程相比较就可见它们稳定性的

万方数据

2 结果

2.1 4 种群落中各亚群落的数量组成

4 类群落有着共性(表 1): (1)植食性昆虫是主要类群,种数百分率>50 %,个体数百分率>90%。(2)捕食性昆虫和捕食螨的种数 9 % ~11.3 % ,个体数≤2.0 % 。(3)寄生性昆虫的种数约 9 % ,个体数≤1.8 % 。(4)蜘蛛是一类重要的天敌,物种数是 19.4%~24.7 % 。说明这 4 种类型木本植物群落中,节肢动物群落的组成以及各种生物种数和个体数之间的比率有着相似性。

表 1 4 类茶园群落中各亚群落物种数及个体数

类群 Group		I		II		III		IV	
		数量	(%)	数量	(%)	数量	(%)	数量	(%)
		No.		No.		No.		No.	
植食性	NS*	124	51.9	112	53.6	105	54.4	73	56.6
Phytophagous	NI	4206	92.0	2243	93.5	2500	93.6	4039	95.0
捕食性	NS	27	11.3	21	10.0	19	9.8	14	10.9
Predatory	NI	90	1.9	26	1.1	53	2.0	64	1.5
寄生性	NS	22	9.2	19	9.1	18	9.3	12	9.3
Parasitic	NI	84	1.8	26	1.1	48	1.8	56	1.3
蜘蛛	NS	59	24.7	42	20.1	43	22.4	25	19.4
Spider	NI	162	3.5	81	3.4	57	2.1	77	1.8
其他节肢动物	NS	7	2.9	15	7.2	8	4.1	5	3.8
Other arthropoda	NI	28	0.6	22	0.9	14	0.5	17	0.4
合计	NS	239	100	209	100	193	100	129	100
Total	NI	4570	100	2398	100	2672	100	4253	100
益害物种数比	RS	1 : 1.12		1 : 1.26		1 : 1.28		1 : 1.38	
益害个体数比	RI	1 : 12.0		1 : 14.8		1 : 15.4		1 : 19.5	

* NS:物种数 Number of species; NI:个体数 Number of individuals; I:栗-茶茶园 Chestnut and tea intercrop tea garden; II: 梨-茶间作茶园 Pear and tea intercrop tea garden; III:3 行条植茶园 3 row close planting tea garden; IV: 单行条植茶园 Single row planting tea garden; RS:益害物种数比 Ratio of natural enemy to pest species number ; RI: 益害个体数比 Ratio of natural enemy to pest individual number. 下同. The same below.

然而,4 类群落小气候和供给节肢动物的营养条件不同,节肢动物组成存在着明显的差异:(1)间作茶园群落(即栗-茶间作、梨-茶间作)总物种数量大,顺序是栗-茶>梨-茶>密植>单行条植茶园;间作茶园群落益害物种数之比、益害个体数之比也较大,顺序仍是栗-茶>梨-茶>密植>单行条植茶园。表明间作茶园物种丰富,食物网、链复杂,天敌的种数和个数较大。(2)间作茶园植食性昆虫种数和个体数的百分率都较小,顺序为栗-茶<梨-茶<密植<单行条植茶园。间作茶园,尤其栗-茶间作茶园害虫发生次数少、危害程度轻,纯茶园(3 行密植和单行条植茶园)害虫常发。(3)单行条植茶园中、下层茶丛中栖息较多的小型害虫,如黑刺粉虱(*Aleurocanthus spiniferus*)、通草粉虱(*Dialeurodes citri*)、蛇眼蚧(*Pseudaonidia duplex*)和角蜡蚧(*Ceroplastes pseudociferus*)等。(4)间作茶园中蜘蛛的个体数较大,纯茶园中蜘蛛的个体数较小,个体数百分率顺序为栗-茶(3.5 %)>梨-茶(3.4 %)>密植(2.0 %)>单行条植茶园(1.8 %)。

2.2 4 类茶园节肢动物群落物种数、个体数和多样性指数的季节变化

3~11 月份 4 类茶园的物种数较多,6 月份形成第 1 个高峰(图 1)。8 月份天气炎热,种数稍有下降,9 或 10 月份又形成 1 个高峰。一年中种数的波动呈双峰形。4~11 月份个体数较多,在 5 或 6 月份、9 或 10 月份各形成 1 个高峰(图 2)。多样性指数也是以生长季节 3~11 月份较大,在 5 或 6 月份、9 或 10 月份各有 1 个高峰(图 3)。

但 4 类茶园之间存在着明显的差异,间作茶园的物种数(丰富度)显著地大于 3 行密植茶园和单行条植茶园,月平均物种数的大小:栗-茶(74.0)>梨-茶(49.4)>密植(30.7)>单行条植茶园(22.6)(图 1)。单行条植茶园个体数的波动最大(图 2),主要是其中害虫个体数的波动大,当某种害虫数量超过防治指标时则必须加以控制。由图 3 还可见,间作茶园的多样性指数大,月平均多样性指数的大小:栗-茶(1.33)>梨-茶(1.24)>密植(1.03)>单行条植茶园(0.89)。6 月份对密植茶园进行机械采茶,大量的昆虫被带走或赶走,该月的多样性指数最小。群落的多样性即群落中物种的多寡以及物种间个体数量组成的均匀性。以上分析说明 3 行密植和单行条植茶园是纯茶树种植园,植物相单纯,群落多样性稍小,易受到外界的扰动。

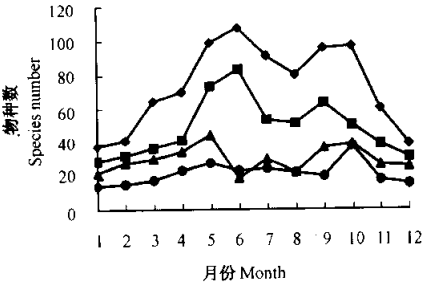


图 1 4 类茶园群落丰富度(S)的季节变化

Fig.1 Seasonal fluctuation of richness of the four types of communities

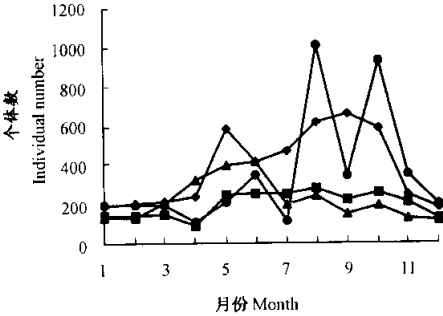


图 2 4 类茶园群落个体数(N)的季节变化

Fig.2 Seasonal fluctuation of individual number of the four types of communities

◆ 栗茶间作 Chestnut-tea intercrop ■ 梨-茶间作 Pear-tea intercrop
▲ 三行密植 Three row Close planting ● 单行条植 Single row planling

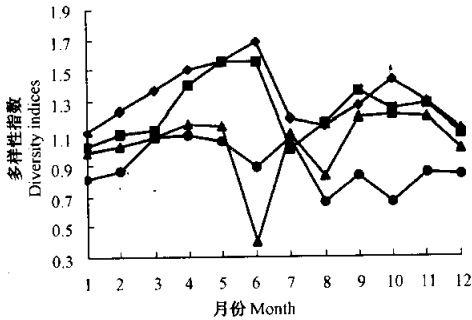


图 3 4 类茶园群落多样性指数(H')的季节变化

Fig.3 Seasonal fluctuation of diversity indices of the four types of communities

94.0 %、93.9 %和 93.0 %,信息的损失率很小,分别是 5.0 %、6.0 %、6.1 %和 7.0 %。因此,对这 4 类茶园群落的排序都很成功。只需要取第 1 和第 2 两个主成分,以第 1 主成分(Y_1)为横坐标轴,第 2 主成分(Y_2)为纵坐标轴,据 12 个实体的第 1、2 两主成分坐标值绘出主成分坐标图(图 4)。

I 中,A 区域包含 3、4 两月,为春季。第 1 主成分上种数和多样性指数负荷量较大,当 5、6 两月(初夏至仲夏)的种数和多样性指数增大时,所构成的 B 区域就右移。C 区域包含 7、8、9 和 10 月份,为初秋至中秋,草木繁荣,害虫得到了丰富的植物食料,天敌也就拥有许多害虫作为猎物。这 4 个月的位点集中,表明群落

2.3 4 类群落稳定性的差异

群落稳定性即群落抗衡外界干扰以及受到内、外部干扰后恢复原状的能力。依据参考文献[2~ 6]的方法,分别对栗-茶、梨-茶间作、密植和单行条植茶园群落作如下运算:以每个调查月份为实体,群落物种数 S 、个体数 N 、多样性指数 H' 、均匀度指数 R 和优势度指数 D 为属性(或变量)。则每个实体就是一个样本,它包括了那个调查月份群落的 5 种特征值。依据文献[8],将数据输入计算机,先进行正规化转换,再做主成分运算。算得 5 个主成分(Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5)上变量 S 、 N 、 H' 、 R 和 D 所对应的特征向量,特征根,贡献率和累积贡献率,以及 12 个实体(月份)的主成分坐标值。由计算知栗-茶间作、梨-茶间作、3 行密植和单行条植茶园群落第 1、2 两主成分上累积贡献率分别是 95.0 %、

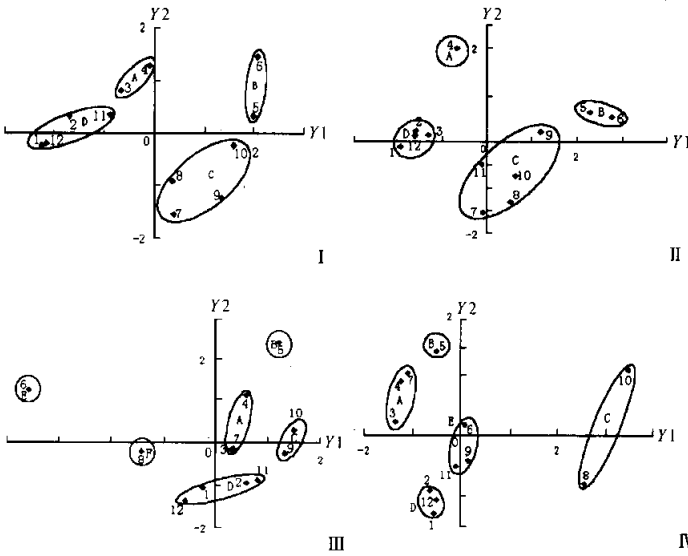


图 4 生物入选主成分坐标图

Fig. 4 PC diagram of the four types of tea gardens;

I—栗-茶间作茶园 Chestnut-tea intercrop tea garden; II—梨-茶间作茶园 Pear-tea intercrop tea garden; III—密植茶园 3 row close plating tea garden; IV—单行条植茶园 Single row plating tea garden; 位点代表月份 The dots stand for months

的 5 种特征值相近,该期间群落稳定,自我调节力较强。D 区域包含 11 月份~次年 2 月份,种数和个体数较少,位点集中在第 1 主成分的左侧,显示群落处于冬季至早春的收缩时期。该种群落的组成随着 1 年中春、夏、秋、冬的交替而演替,其状态在图上表现为 A → B → C → D → A 的顺时针转化,时序分明,稳定性强。II 中,群落也有一定的时序性和调节力。但 3 月份进入了象征着冬季的 D 区,11 月又划入了代表夏季的 C 区。其有序性和稳定性稍差于 I。III 和 IV 中,虽然呈 A → B → C → D → A 的状态变化,但各位点的有序性更差;第 2 主成分上优势度指数的负荷量较大,导致各位点在纵向上跨度较大,12 个位点分布范围大而且相互间距也大,表明群落的均匀性较差,这些都表明纯茶园的自我调节力和稳定性比 II 更差。但 III 中 7、8、9、10 点比 IV 7、8、9、10 点稍集中,说明在生长季节密植茶园的调节力略强于单行条植茶园。群落是有机体,受季节的变化或人为影响时,它会进行适当地自我调整而适应性地变化,在群落的状态变化过程中显出群落稳定性的大小。栗-茶间作、梨-茶间作茶园的多样性较大,稳定性较强。

2.4 栗树亚群落和梨树亚群落中节肢动物群落的比较

如表 2,栗树和梨树两类亚群落中的优势目相同,都是鞘翅目、膜翅目、双翅目、同翅目、鳞翅目、直翅目、半翅目和蜘蛛目。但前者的膜翅目、脉翅目、螳螂目、蜻蜓目和蜘蛛目中科数、种数和个体数较多,而这些目中含有较多的天敌,栗树亚群落中天敌对害虫的自然控制力稍强。生产中常发现栗树虫害比梨树少。

2.5 4 类茶园茶树亚群落中节肢动物群落的比较

如表 3,茶丛中、下层害虫的种类和个体数较多。茶丛上层天敌的种数、个体数较大,主要由于天敌比害虫活跃,比如栗树树冠底部距茶丛上层蓬面的距离仅 50~80 cm,利于天敌上、下往返,寻觅食物,所以在茶丛上层进行取食活动的天敌就较多。而梨树树冠底部距茶丛上层蓬面的距离是 2~3 m,距离较大,不适于天敌上、下转移,因此梨-茶间作茶园茶丛上层的天敌种数、个体数、益害物种数之比、益害个体数之比都小于栗-茶间作茶园茶丛上层。3 行密植茶园茶丛上层的天敌种数、个体数、益害物种数之比和益害个体数之比大于单行条植茶园茶丛上层。

3 讨论

间作茶园中间作作物和茶树成层分布,为具有不同生态位的多种生物提供了相适应的栖息空间。在同样大的时空范围内,与纯茶园相比,间作茶园肯定含有较多的物种和个体、具有较大的多样性。当间作作物受到扰动时,节肢动物可转向茶丛;反之,则由茶丛转向间作作物,群落持续地保持其多样性稳定性。从单行条植、三行密植和梨-茶间作至栗-茶间作茶园,总物种数、益害物种数之比、益害个体数之比、群落的多样性稳定性皆呈递增的趋势,食物网、链渐趋复杂。天敌在害虫多样且环境稳定的生境中可寻找到充足的食物和安定的庇护场所,维持自身种群的发展,而长期地制约着害虫。因此,保护和加大群落的生物多样性可强化群落的生态控制力,减免施药。

表 2 栗树和梨树亚群落中节肢动物群落组成的差异

Table 2 Difference in components of arthropoda communities within chestnut and pear communities						
目 Order	栗树亚群落 Chestnet sub-community			梨树亚群落 Pear sub-community		
	科数 <i>NF</i> *	种数 <i>NS</i>	个体数 <i>NI</i>	科数 <i>NF</i>	种数 <i>NS</i>	个体数 <i>NI</i>
鞘翅目 Coleoptera	9	29	92	9	22	37
膜翅目 Hymenoptera	9	31	368	9	28	292
双翅目 Diptera	10	27	550	10	22	315
同翅目 Homoptera	6	14	284	7	14	272
鳞翅目 Lepidoptera	19	47	275	15	44	91
直翅目 Orthoptera	3	15	69	3	15	24
蜚蠊目 Blattodea	0	0	0	1	1	1
半翅目 Hemiptera	4	7	35	3	8	12
翅目 Plecoptera	1	1	5	0	0	0
蜉蝣目 Ephemeraida	1	1	5	0	0	0
等翅目 Tsoptera	1	1	47	1	1	30
脉翅目 Neuroptera	1	3	30	1	3	17
蜻蜓目 Odonata	3	6	15	2	6	8
螳螂目 Mantodea	1	3	5	1	2	4
蜘蛛目 Arancida	12	24	54	10	21	25
捕食螨 Predatory mites	0	0	0	1	1	1
其他无脊椎动物 Other invertebrate	3	3	14	3	3	6
合计 Total	83	212	1848	75	191	1155

* 科数 Number of families

表 3 各类生物在茶丛中的垂直分布

Table 3 Vertical distribution of all organisms in tea cloves								
茶园类型	层次		害虫 Pest		天敌 Natural enemy		RS	RI
Type		Layer	S	N	S	N		
栗-茶间作茶丛	上层	Upper	20	543	15	49	1:1.3	1:11.0
Chestnut-tea	中层	Middle	25	1031	7	25	1:3.6	1:42.1
intercrop tea cloves	下层	Lower	18	826	6	20	1:3.0	1:41.3
梨-茶间作茶丛	上层	Upper	17	355	7	17	1:24	1:20.9
Pear-tea	中层	Middle	15	436	4	9	1:3.8	1:48.4
intercrop tea cloves	下层	Upper	13	229	5	6	1:2.6	1:38.2
三行密植茶丛	上层	Upper	25	632	12	32	1:2.1	1:19.8
3 row close	中层	Middle	30	1246	7	27	1:4.3	1:46.1
plantating tea cloves	下层	Lower	18	522	7	17	1:2.6	1:30.7
单行条植茶丛	上层	Upper	22	442	11	26	1:2.0	1:17.0
Single row	中层	Middle	28	1944	5	30	1:5.6	1:64.8
plating tea cloves	下层	Lower	19	1550	6	25	1:3.0	1:62

4 类茶园虫害程度、多样性等差别较大,根本原因在于间作和密植丰富了群落的植物相,改变了小气候、食料和群落组成。王勇等^[9]调查、分析了春季生产茶园和品种园昆虫、蜘蛛群落的组成,由于生产茶园受到春季采茶的影响,其群落的稳定性小于品种园。所以,人为的农艺措施可调控节肢动物群落。

栗-茶间作茶园群落的多样性稍大于梨-茶间作茶园,除了栗、梨树与昆虫之间固有的理化通讯、营养联系之外,本文中梨树行、株距,以及梨树树冠底层与树下茶丛上层的距离都较大,造成:(1)单位面积上包含植物相的、可供生物栖息的空间小了,容纳的生物少了;(2)不利于各种生物在梨-茶系统内部的转移。在构建新茶园时,确定了适宜的间作物种之后,要采用恰当的行、株距,以及间作物与茶丛之间利于天敌上下转移的适宜距离。

茶-果间作除了可获得较高的经济效益,还可得到良好的生态效益。本研究中的栗-茶间作就是一个较好的组合。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 韩宝瑜.茶园昆虫群落时空格局及多样性稳定性.茶叶科学,1997,17(1):27~32.
- [3] 韩宝瑜,李增智,王成树,等.合理化防的马尾松林动物和虫生真菌群落的数量时空格局.应用生态学报,1997,8(1):65~69.
- [4] 韩宝瑜,李增智,鲁绪祥,等.淹没式交替施用白僵菌和农药的马尾松林动物和虫生真菌群落的结构及时空动态.生物数学学报,1996,11(3):82~93.
- [5] 韩宝瑜,李增智.皖南冬季马尾松林昆虫、蜘蛛和虫生真菌群落结构和动态的研究.林业科学研究,1996c,9(4):338~343.
- [6] 韩宝瑜,崔林,查光济.不同防治措施对皖南春季马尾松林节肢动物和虫生真菌群落的影响.林业科学研究,1999,12(1):92~96.
- [7] 丁岩钦.昆虫数学生态学.北京:科学出版社,1994.426~475.
- [8] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其计算机处理平台.北京:中国农业出版社,1997.206~211.
- [9] 王勇,张汉鹄,邹运鼎.茶园蜘蛛、昆虫群落动态的研究.生态学报,1991,11(2):135~138.