



廖姝然, 江宏燕, 陈世春, 陈亭旭, 王晓庆. 重庆地区‘中黄1号’茶园主要害虫及其天敌群落结构和时间格局分析[J]. 环境昆虫学报, 2026, 48 (2): 511-520. LIAO Shu-Ran, JIANG Hong-Yan, CHEN Shi-Chun, CHEN Ting-Xu, WANG Xiao-Qing. Analysis of the community structure and temporal patterns of main pests and their natural enemies at 'Zhonghuang No. 1' tea garden in Chongqing [J]. Journal of Environmental Entomology, 2026, 48 (2): 511-520.

重庆地区‘中黄1号’茶园主要害虫及其天敌群落结构和时间格局分析

廖姝然, 江宏燕, 陈世春, 陈亭旭, 王晓庆*

(重庆市农业科学院茶叶研究所, 重庆 402160)

摘要:【目的】探明‘中黄1号’茶园中主要害虫及其天敌的群落结构, 对于采取有效措施防治茶园主要害虫及其天敌的保护利用具有重要参考价值。【方法】本研究于2020年-2021年采用检叶法、盆拍法、黄板诱集法和室内观察法对‘中黄1号’品种茶园害虫及其天敌进行系统调查, 利用群落多样性分析和时间格局分析方法解析了‘中黄1号’茶园害虫及其天敌的构成。【结果】群落结构组成结果显示, ‘中黄1号’茶园群落组成有害虫9目23科28种, 天敌8目24科40种; 两年群落多样性指数以及均匀度均较稳定。主要优势害虫为茶园叶蝉和茶棍蓟马 *Dendrothri psmiowai*, 优势天敌为蜘蛛类。时间格局分析表明茶园主要害虫及其天敌群落的时序结构分为4个阶段, 不同时段内主要害虫及其天敌的发生特点有明显差异, 但两年的同一时段发生的主要害虫及其天敌差异较小。【结论】本研究的结果有助于阐明品种茶园害虫与天敌群落关系, 并为茶园害虫的防治及天敌的利用提供理论依据。

关键词: ‘中黄1号’茶园; 主要害虫及其天敌; 群落多样性; 时间格局

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2026) 02-0511-10

Analysis of the community structure and temporal patterns of main pests and their natural enemies at 'Zhonghuang No. 1' tea garden in Chongqing

LIAO Shu-Ran, JIANG Hong-Yan, CHEN Shi-Chun, CHEN Ting-Xu, WANG Xiao-Qing* (Tea Research Institute of Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 402160, China)

Abstract: 【Aim】 The community structure of the main pests and their natural enemies in the "Zhonghuang No. 1" tea garden has important reference value for taking target measures to prevent and control the main insect pests, as well as the conservation and utilization of their natural enemies. 【Methods】 The classification and statistics of pests and natural enemies were recorded by leaf inspection method, pot tapping method, yellow sticky trap method and laboratory observation methods from 2020 to 2021. The composition of pests and their natural enemies was analyzed by using the methods of community diversity analysis and temporal pattern analysis. 【Results】 The analysis of community structure composition revealed that the community composition of "Zhonghuang No. 1" tea garden included 28 species, 23 families and 9 orders of pests and 40 species, 24 families and 8 orders of natural enemy. The community diversity and evenness indices remained stable over the past two years. The dominant species of pests were leafhopper and *Dendrothri psmiowai*, while the natural enemies of the dominant species were

基金项目: 重庆市农业科学院青年创新团队项目 (NKY-2019QC05); 国家现代农业产业技术体系(CARS-19); 重庆市农业科学院市级专项重大核心技术攻关项目 (cqas2023sjczhx012)

作者简介: 廖姝然, 硕士研究生, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: lsr_717@126.com

*通讯作者 Author for correspondence: 王晓庆, 女, 博士, 研究员, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: wangxiaoping2891@126.com

收稿日期 Received: 2024-07-29; 修回日期 Revision received: 2024-12-06; 接受日期 Accepted: 2024-12-09

spiders. The temporal patterns of the main pests and their natural enemy communities were divided into four stages in the seasonal dynamics. The occurrence characteristics of the main pests and their natural enemies in different periods were significantly different, but minimal variation between the same periods across two years. **【Conclusion】** The results were helpful to elucidating the relationship between pests and natural enemy communities in tea gardens. As well as provided theoretical basis for the prevention and control of pests and the utilization of natural enemies in tea gardens.

Key words: "Zhonghuang No. 1" tea garden; main pests and natural enemies; community diversity; temporal patterns

茶树 *Camellia sinensis* 是我国重要的经济作物, 随着茶树品种资源愈加丰富, 茶树虫害的发生日益严重, 导致茶叶产量和品质下降。据统计, 茶树上的害虫种类已超过 800 种, 常见的有 400 余种 (陈宗懋, 2022)。目前, 茶树虫害的防治主要是以化学防治为主, 化学防治虽然提高了有害生物的防治效果, 但也造成了农药残留和茶叶质量安全风险问题 (陈宗懋, 2022; 李金玉等, 2022)。近年来, 面对食品安全问题, 害虫综合治理已成为必然趋势。害虫生态调控是害虫综合治理的重要环节之一, 其核心是明确害虫及天敌之间的作用关系, 保护自然天敌资源, 使其长期有效地调控害虫 (戈峰, 1998; 闫雪影等, 2023)。^{‘中黄 1 号’} 茶树品种为新梢黄化茶树变异品种, 芽叶生育力强, 耐采摘, 抗寒、抗旱能力强, 移栽成活率高, 制茶品质优异, 适制高档名优绿茶 (杨亚军等, 2014)。2020 年, 据台州市农业农村局官网报道, ^{‘中黄 1 号’} 茶树品种已在国内推广种植达到 7 万多亩, 促进了当地茶产业的增收, 特异茶树品种的选育推广为茶产业的高效发展和满足消费者多元化需求发挥了重要作用 (李强等, 2020)。掌握 ^{‘中黄 1 号’} 茶园昆虫的群落结构一方面可采取针对性措施对茶园害虫进行防治提高茶叶产量和品质, 另一方面可保护天敌昆虫并通过天敌昆虫有效控制茶园害虫, 对环境保护和食品安全具有重要意义。彭萍等 (2006, 2011) 在重庆地区分别调查了不同生态茶园和不同品种茶园的害虫和天敌群落组成, 两项研究均提到比较不同茶园的害虫与天敌的群落关系有助于提高天敌的自然控制力, 降低农药使用水平; 刘亚男等 (2022) 对山东泰山茶区的 ^{‘福鼎大白’} 和 ^{‘安吉白茶’} 茶园的主要害虫及其天敌进行群落多样性和时间格局分析明确了各时间段的主要优势种害虫及其天敌, 并针对不同时间段所发生的虫害提出对应

防治方案; 孙钦玉等 (2021) 对安徽黄山地区的害虫与天敌群落进行多样性分析, 认为掌握害虫及其天敌消长动态规律, 发挥天敌对害虫的自然控害, 是茶园病虫害绿色防控的关键; 张潇引 (2023) 明确了巴中市不同年度及管理模式茶园的昆虫种类及群落结构信息, 均有不同程度的变化。基于以上研究结果表明, 充分掌握不同地区、不同品种和不同种植管理模式下的主要害虫及天敌群落的组成特征和发生动态规律, 有助于为有害生物综合治理提供支撑 (戈峰等, 2020; 李星星等, 2024)。国内外已有不同品种茶园害虫及其天敌群落研究的报道, 但 ^{‘中黄 1 号’} 茶园的害虫及其天敌群落的研究相对较少。本研究在重庆地区连续两年对 ^{‘中黄 1 号’} 茶园的害虫及其天敌群落进行调查, 通过对其群落多样性指数和时间格局进行分析, 旨在为 ^{‘中黄 1 号’} 茶园建设与茶园害虫预测预报及综合防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 调查样地

调查选在重庆市永川区乾丰实验茶场 (105° 53'E, 29° 22'N), 海拔高度为 610 m, 地块为规模化种植成龄茶园, 茶树品种为 ^{‘中黄 1 号’}, 种植面积为 6 670 m²。调查期间不喷施任何化学农药, 茶园水肥按照当地常规管理施用, 茶园杂草定期进行人工清理, 每年 10 月进行修剪并喷洒石硫合剂处理后进行封园, 其中 2021 年 6 月下旬对茶园进行了 1 次修剪。

1.2 取样方法

于 2020 年和 2021 年的 3–9 月调查茶树害虫及天敌种群数量, 每 10~15 d 调查 1 次, 如遇雨天顺延。分别进行 12 次调查。棋盘式 5 点取样, 共 20 个

点，每点1 m²茶蓬，采用检叶法、盆拍法、黄板诱集法和室内观察法调查，将黄板诱集的虫量通过换算成单日发生量与其他3种调查方法收集到虫量总数相加的方式计算害虫及天敌的发生数量。

检叶法：在晨露未干前，在选定的调查点上，查看茶丛中、上部嫩叶叶面上的叶蝉类害虫的成、若虫数量，再轻轻翻转叶片，检查叶片反面的成虫和若虫数，每样点至少调查100张叶片。

盆拍法：晨露干后，在调查点处用内径33.3 cm塑料盆一只，平接于茶丛下方，迅速用手掌拍打茶丛4下（每次调查人员固定，拍打轻重一致），立即清点落于盆内的全部昆虫数量。

黄板法：按5点取样，每样点设置1块黄板进行诱集，黄板高度高于茶蓬表面20~30 cm，每10~15 d更换一次。每次更换前将黄板上的全部害虫及其天敌种类和数量进行统计。

室内观察法：在每个调查点选取一株茶树，按上、中、下3层取样，每层取10个叶片放进自封袋中，并对其做好序号标记，带回实验室利用解剖镜对粉虱、蓟马及螨类进行观察计数。

1.3 昆虫鉴定

对采集到的昆虫进行分类和计数。鉴定方法主要采用形态分类法，通过查阅文献进行鉴定（张汉鹄和谭济才，2004；唐美君和肖强，2018），部分难以确认的种类由相关专家进行鉴定。

1.4 数据分析方法

利用Excel和DPS数据处理系统（v20.00）（Tang and Zhang, 2013）统计分析主要害虫及其天敌的相对多度、Berger-parker优势度指数（Berger and Parker, 1970）、物种丰富度指数（Tokeshi, 1993）、Simpson多样性指数（Simpson, 1949）、Shannon-Wiener多样性指数（Shannon and Wiener, 1949）、均匀度指数（Pielou, 1975）和有序样本的最优分割（Tang and Zhang, 2013）。

1.4.1 物种丰富度（Species richness）：调查到的物种总数。

1.4.2 相对多度（Relative abundance）：整个调查期间各种类数占调查昆虫总数的比例。

1.4.3 Berger-Parker优势度指数（I）

$$I = N_i / N$$

N_i 为第*i*种的个数； N 为所有种个体数之和。根据指数， $I \geq 0.1$ 时，该物种为优势种（Dominant

species, D_s)； $0.05 \leq I < 0.1$ 时，该物种为丰盛种（Abundant species, A_s)； $0.01 \leq I < 0.05$ 时，该物种为常见种（Frequent species, F_s)； $0.001 \leq I < 0.01$ 时，该物种为偶见种（Occasional species, O_s)； $I < 0.001$ 时，该物种为罕见种（Rare species, R_s)（刘迪等，2021）。

1.4.4 Simpson多样性指数（D）和Shannon-Wiener多样性指数（H'）

$$D = 1 - \sum p_i^2; H' = -\sum p_i \ln p_i$$

式中 p_i 是第*i*种在总体中的个体比例。

1.4.5 群落均匀度指数（E）

$$E = H' / H_{max} = H' / \ln S$$

式中 H' 为实测多样性； H_{max} 为最大多样性； S 为群落内物种数。

1.4.6 时间格局分析

采用最优分割法对茶园主要害虫和天敌群落进行了划分。 T 表示调查的次数，以时间作为群落的样本属性， N_1 种害虫和 N_2 种天敌作为指标属性，形成 $T \times (N_1 + N_2)$ 矩阵 D ，计算步骤为：规格化处理、计算直径系数矩阵 D 、计算误差函数、计算递推公式、聚类。最优分割法分类数的确定，对分类结果进行 F 检验，当误差函数开始趋于平稳，且 F 值越大时，则为最优分类数（Tang and Zhang, 2013）。利用最优分割法划分了‘中黄1号’茶园主要害虫和天敌群落的时间格局，确定不同时期害虫的发生特点。

2 结果与分析

2.1 茶园害虫与天敌群落组成

2020-2021年在‘中黄1号’茶园调查到的害虫及天敌组成情况显示，2020年共调查到害虫与天敌8301头，其中害虫2纲8目20科24种，占总数的63.84%；天敌2纲8目22科37种，占总数的36.16%。2021年共调查到害虫与天敌7470头，其中害虫2纲9目20科25，占总数的61.50%；天敌2纲8目18科31种，占总数的38.50%（详见网络版增强出版材料附表1）。两年均显示‘中黄1号’茶园主要害虫以叶蝉科的小贯小绿叶蝉*Empoasca onukii*和锐偏茎叶蝉*Asymmetrasca rybiogon*（后文出现的茶园叶蝉则表示这两种叶蝉）、蓟马科的茶棍蓟马*Dendrothri psminowai*和茶黄蓟马*Scirtothrips*

dorsalis、啮虫科的茶啮虫 *Psocus taprobanes*、肖叶甲科的茶角胸叶甲 *Basilepta melanopus* 以及网蝽科的茶网蝽 *Stephanitis chinensis* 在数量上占有优势，而其他害虫则是零星发生；天敌以蜘蛛类、蚂蚁类和捕食蓟马类所占比例较大。

2.2 茶园主要害虫及其天敌优势种和动态分析

将 2020–2021 年调查到的茶园害虫与天敌进行种群优势度指数分析，2020 年的害虫优势种为茶园叶蝉和茶棍蓟马；丰盛种（类）为茶角胸叶甲和茶啮虫；常见种为黑刺粉虱、茶网蝽、白粉虱和茶黄蓟马（图 1）。2021 年的优势种为茶园叶蝉；丰盛种（类）为茶啮虫和茶棍蓟马；常见种为茶网蝽、茶角胸叶甲、茶黄蓟马、白粉虱和黑刺粉虱（图 2）。2020 年和 2021 年主要天敌优势种类为蜘蛛类，蚂蚁、寄生蜂、捕食蓟马、螳螂、大草蛉和军配盲蝽均为常见种（类）。其他种类的害虫与天敌均零星发生。

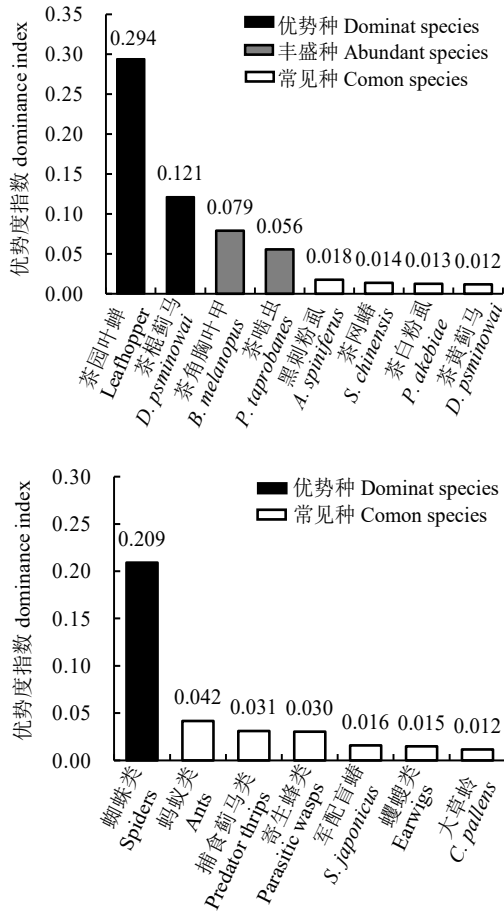


图 1 2020 年主要害虫及天敌优势度指数
Fig. 1 Dominance index of main pests and their natural enemies in 2020

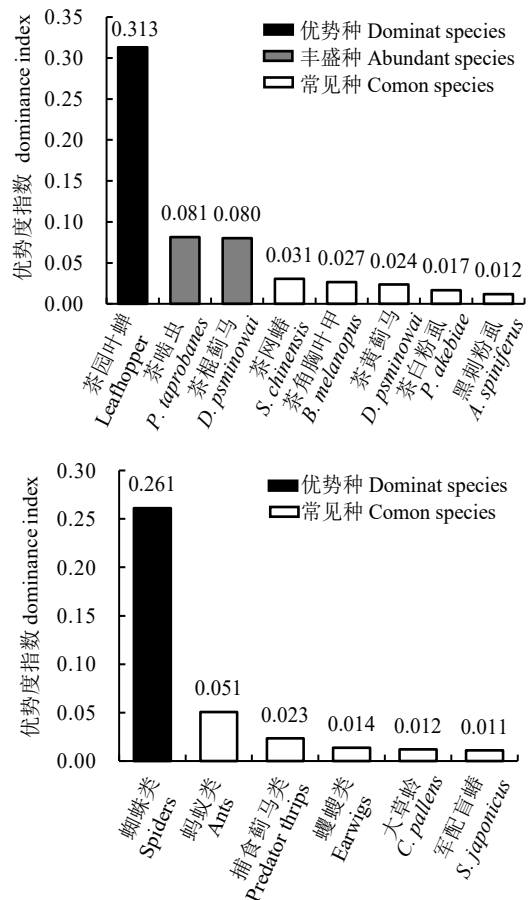


图 2 2021 年主要害虫及天敌优势度指数
Fig. 2 Dominance index of main pests and their natural enemies in 2021

2020 年和 2021 年 ‘中黄 1 号’ 茶园的主要害虫（茶园叶蝉、茶棍蓟马、茶角胸叶甲、茶啮虫、黑刺粉虱 *Aleurocanthus spiniferus*、茶网蝽、白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum* 和茶黄蓟马）与天敌（蜘蛛类，蚂蚁、寄生蜂、捕食蓟马、螳螂、大草蛉和军配盲蝽）种群数量消长动态显示两年的主要害虫亚群落均从 3–4 月份逐渐上升，到 6 月份达到害虫发生的最高峰，随着温度的不断升高，害虫发生量迅速下降；天敌亚群落在 3–4 月的发生量已有一定积累主要天敌为蜘蛛类，6 月天敌亚群落达到最高峰（图 3）。

结合 2020–2021 年的优势度指数分析可看出主要优势种害虫是茶园叶蝉和茶棍蓟马，主要优势种天敌是蜘蛛类（图 2）。通过对 2020–2021 年的优势种害虫和天敌进行消长动态的分析（图 2、图 3），结果显示优势种害虫茶园叶蝉和茶棍蓟马与主要害虫的消长动态趋势相符，均从 3–4 月逐渐上升，6 月达到发生最高峰；随着温度的不断升高，害虫

发生量迅速下降。优势种天敌蜘蛛与主要天敌的消长动态趋势相符，3-4月的发生量已有一定积累，随后逐渐减少，5月随着害虫的增加发生量逐

渐上升，2021年6月采取了修剪茶树的茶园管理措施，导致蜘蛛隐蔽性减少，6月下旬蜘蛛数量明显减少（图4、图5）。

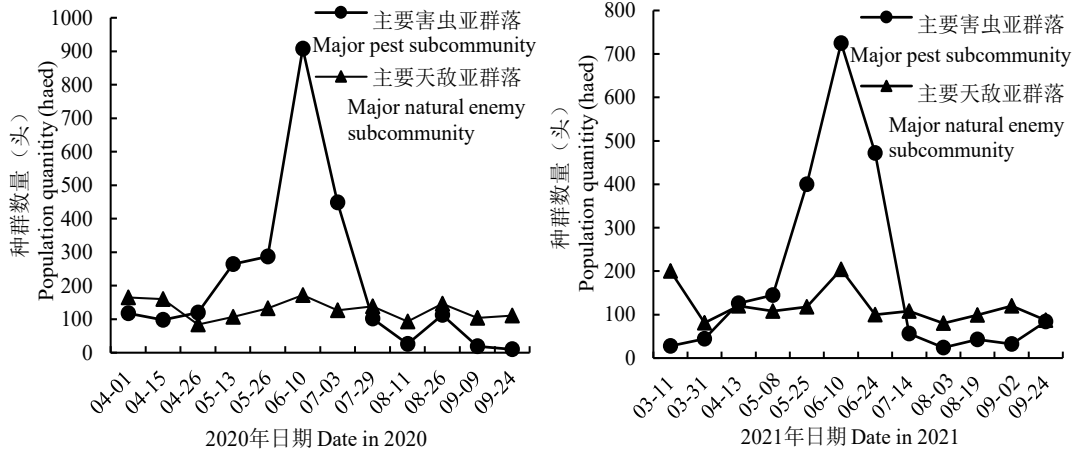


图3 2020年和2021年‘中黄1号’茶园主要害虫及天敌种群数量消长动态

Fig. 3 Population dynamics of major pests and their natural enemies in "Zhonghuang No. 1" tea garden in 2020 and 2021

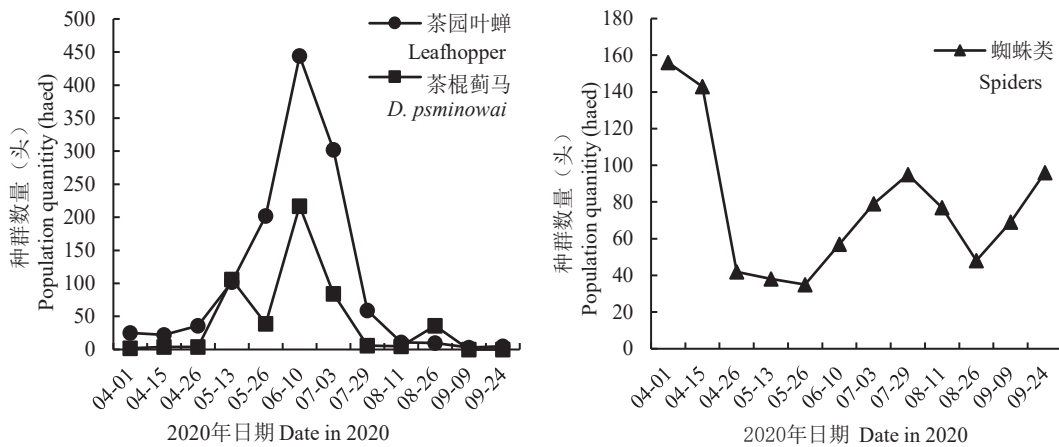


图4 2020年‘中黄1号’茶园优势种害虫及天敌种群数量消长动态

Fig. 4 Population dynamics of dominant pests and their natural enemies in "Zhonghuang No. 1" tea garden in 2020

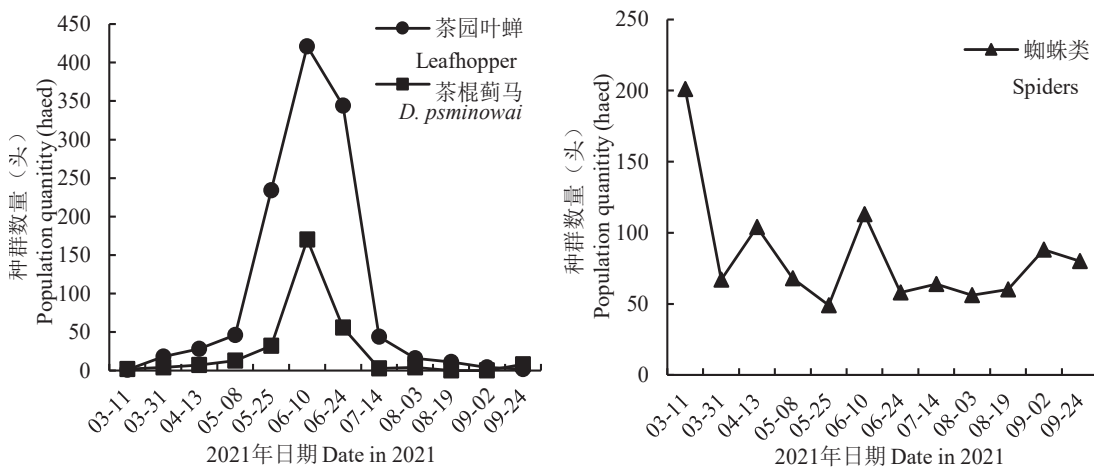


图5 2021年‘中黄1号’茶园优势种害虫及天敌种群数量消长动态

Fig. 5 Population dynamics of dominant pests and their natural enemies in "Zhonghuang No. 1" tea garden in 2021

2.3 茶园害虫与天敌群落多样性分析

2020–2021年‘中黄1号’茶园的昆虫群落特征指数显示, 2年所调查的茶园害虫及其天敌群落

的Simpson指数、Shannon指数和均匀度差异不大, 群落较稳定(表1)。

表1 ‘中黄1号’茶园害虫及其天敌群落特征指数

Table 1 Community characteristic indices of pests and their natural enemies in tea gardens of "Zhonghuang No. 1"

年份 Year	物种数 Number of species	个体总数 Totality	丰富度指数 Species richness	Simpson 指数 Simpson index	Shannon 指数 Shannon index	均匀度 Evenness index
2020	62	8301	6.76	0.89	2.93	0.71
2021	57	7470	6.28	0.87	2.91	0.72

2.4 茶园主要害虫与天敌群落时序结构最优分割

分析2020–2021年的调查数据, 以时间为群落样本属性, 选择优势度指数大于0.1的8种(类)害虫与7种(类)天敌作为指标属性, 构成12×15矩阵, 利用最优时间序列分割方法, 根据时间序列对茶园主要害虫和天敌群落进行分类。8种(类)害虫包括茶园叶蝉、茶棍蓟马、茶黄蓟马、黑刺粉虱、白粉虱、茶网蝽、茶啮虫、茶角胸叶甲。7种(类)天敌包括蜘蛛类、蚂蚁类、捕食蓟马类、寄生蜂类、大草蛉、军配盲蝽、日本蠼螋。

2.4.1 2020年茶园主要害虫与天敌群落的时间格局

通过有序样本的最优分割的分析结果显示, 在时间序列分类数为4之前, 误差函数值急剧减小, 而之后误差函数的减小趋于缓和。因此, 通过最优分割结果将害虫和天敌群落的发展阶段划分为4个阶段(表2)。

第一时段(1–3)4月1日–4月26日, 主要害虫为茶园叶蝉、白粉虱和黑刺粉虱, 其他害虫少有发生, 天敌主要是蜘蛛类, 蜘蛛类数量显著比其他害虫和天敌多, 该阶段是茶树的新芽生长期, 同时也是春茶采摘期, 伴随着春芽的大量生长, 主要害虫茶园叶蝉逐渐发生, 但物种数相对较少。

第二时段(4–5)5月13日–5月26日, 主要害虫有茶园叶蝉、茶黄蓟马以及茶棍蓟马, 此时段气温的逐渐升高, 气候逐渐达到昆虫的最佳生长发育条件。田间管理措施包括茶叶采摘以及杂草清理, 茶园叶蝉种群数量急剧上升, 茶黄蓟马、茶棍蓟马混合发生。天敌随着害虫发生量的增加也随之增多, 主要天敌有蜘蛛类、蚂蚁类、寄生蜂类。

第三时段(6)6月10日, 此时段气温逐渐升

高, 不管是害虫还是天敌各种群处于发生盛期, 且茶叶采摘频率不如前期多, 多种昆虫发生量达到最高峰, 发生数量大, 较前两个阶段显著增长。

第四时段(7–12)7月3日–9月24日, 此时段温度逐渐升高, 天气炎热, 雨水较多, 8月温度达到最高, 随后温度又逐渐下降, 茶园叶蝉等害虫逐渐减少, 但由于其他害虫种类数量几乎为0, 茶园叶蝉依然是优势种。而天敌的发生量与害虫密切相关, 该时段依然是蜘蛛类占比较大。

表2 2020年茶园主要害虫与天敌群落时序结构的最优分割

Table 2 Optimal segmentation of the temporal structure of the main pests and their natural enemy communities in tea gardens in 2020

分类数 Number of cluster	误差函数 Function of error	最优分割结果 Period from optimal sorting
2	13.11	1–6, 7–12
3	8.62	1–3, 4–6, 7–12
4	5.86	1–3, 4–5, 6, 7–12
5	4.67	1–2, 3–4, 5, 6, 7–12

注: 表中“最优分割结果”一列中的数字分别表示从4月1日–9月24日的12次调查的时间顺序。Note: Numbers 1–12 meant the 12 sampling times from April 1st to September 24th.

2.4.2 2021年茶园主要害虫与天敌群落的时间格局

通过有序样本的最优分割的分析结果显示, 在时间序列分类数为4之前, 误差函数值急剧减小, 而之后误差函数的减小趋于缓和。因此, 通过最优分割结果将害虫和天敌群落的发展阶段划分为4个阶段(表3)。

第一时段(1–2)3月11日–3月31日, 此时段害虫逐渐开始发生, 其中茶园叶蝉发生基数相对

较大，天敌主要是蜘蛛类，蜘蛛类数量显著比其他害虫和天敌多，该阶段是茶树的新芽生长时期，伴随着春芽的大量生长，茶树害虫逐渐开始发生，但物种数相对较少。

第二时段（3-4）4月13日-5月8日，此时段为春茶采摘期，温度逐渐升高，害虫种类和数量呈上升趋势，主要害虫有茶园叶蝉、白粉虱和黑刺粉虱。而其他害虫则是零星发生。天敌随着害虫发生量的增加也随之增多，主要天敌有蜘蛛类、蚂蚁类、寄生蜂类。

第三时段（5-6）5月25日-6月10日，主要优势种为茶园叶蝉和茶棍蓟马。茶园叶蝉种群数量急剧上升，6月10日达到盛发期；茶黄蓟马、茶棍蓟马混合发生。茶网蝽发生基数总体不大，但也达到其发生的高峰。

第四时段（7-12）6月24日-9月24日，6月中下旬采取了修剪的茶园管理措施，此时段温度先上升再下降，天气炎热，雨水较多，8月温度达到最高，各种类害虫数量呈下降趋势，尤其茶园叶蝉下降趋势明显，而天敌蜘蛛呈现下降到上升的趋势，发生数量较小。9月下旬害虫种类和数量明显减少，甚至多种害虫调查数量为0。天敌的发生量与害虫密切相关，该时段依然是蜘蛛类、蚂蚁类的天敌占比较大，在茶黄蓟马高峰期时，捕食蓟马数量明显增多。

表3 2021年茶园主要害虫与天敌群落时序结构的最优分割
Table 3 Optimal segmentation of the temporal structure of the main pests and their natural enemy communities in tea gardens in 2021

分类数 Number of cluster	误差函数 Function of error	最优分割结果 Period from optimal sorting
2	13.36	1-7,8-12
3	8.45	1-4,5-6,7-12
4	6.51	1-2,3-4,5-6,7-12
5	4.90	1-2,3-4,5-6,7-11,12
6	3.65	1-2,3-4,5,6,7,8-11,12

注：表中“最优分割结果”一列中的数字分别表示从3月11日-9月24日的12次调查的时间顺序。Note: Numbers 1-12 meant the 12 sampling times from March 11th to September 24th.

3 结论与讨论

本研究于2020-2021年对重庆茶区的‘中黄1号’茶园进行害虫及其天敌群落的调查分析，2020-2021年分别收集到节肢动物2纲13目36科45种、2纲13目35科47种，物种差异较小。群落多样性是研究群落结构和特征的重要指标，其变化影响植物群落的结构和功能，通常以物种丰富度指数、Simpson多样性指数、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数等来表示。研究群落的多样性是为了能更好地利用和保护生物多样性资源以及为害虫综合治理提供科学依据。连续两年的群落多样性表现较为稳定，但也存在一定差异，与彭萍等（2006）在重庆地区对‘福鼎大白’、‘巴渝特早’、‘川茶群体’3种不同品种茶园调查相比较，符合不同品种茶园的害虫和天敌群落组成具有一定相似性，但也存在较大差异的结果。‘中黄1号’茶园主要害虫及天敌的群落构成与我国其他地区山东泰山（刘亚男等，2022）、四川雅安（钟云，2015）、浙江丽水（梅献山等，2011）、河南信阳（郭世保等，2010）、广西梧州（陈恩海等，2022）等地的茶园相比害虫与天敌群落组成存在明显差异，各茶区茶树害虫的总体结构在组成上都有明显差异，既有全国茶区共有的害虫，也有特有的区域性害虫，造成的原因包括不同地区茶园的气候、地理位置和种植管理模式的区别。值得注意的是，‘中黄1号’茶园的蜘蛛种类丰富，其蜘蛛物种数量多达11科25种，分为结网型和游猎型，结网型蜘蛛通过编织蛛网捕食昆虫等，游猎型蜘蛛通过主动寻找并攻击猎物，本研究中结网型蜘蛛包括皿蛛科、肖蛸科、卷叶蛛科和球腹蛛科，其余为游猎型蜘蛛，远多于其他研究茶园中的种类和数量，合理保护和利用蜘蛛的特性对同时期发生的茶园叶蝉等有较好的控制作用（江宏燕等，2020）。因此，在对茶园进行病虫害的防治时要根据主要害虫及其天敌的发生特点采取相应的防治手段。

本研究明确了群落中的主要优势种害虫为茶园叶蝉和茶棍蓟马，主要优势种天敌为蜘蛛类。主要优势种害虫及天敌类群的消长动态趋势与主要害虫及其天敌群落的消长动态规律相符，其中茶园叶蝉的生长动态仅在6月达到高峰，常年呈现

单峰型,与山东泰山(刘亚男等,2022)等地6月和10月分别出现高峰的动态趋势不同,一方面可能是由于茶树品种的抗虫性存在差异,另一方面是重庆地区夏季7-8月气温多高达40℃,不利于害虫的生长,导致虫口数量不断减少,且当年10月本地区会进行茶园冬季管理,通过修剪和喷洒石硫合剂封园抑制害虫的生长发育。优势天敌蜘蛛的消长动态与害虫息息相关,形成了一种互相制约、互相依存的关系。掌握优势害虫及天敌的发生动态能为茶园虫害的监测预警提供重要支撑。

研究昆虫群落的时间格局,能明确各时期内害虫及天敌的发生特点,对害虫的防治和天敌的保护具有重要意义(郑方强等,2009;李少华等,2022)。有序样本最优分割法是在不打破时间顺序的基础上,对昆虫群落时间格局的方法,能较好划分昆虫群落时间格局的技术(赵志模和郭依泉,1990;戈峰,2020;李少华等,2022)。*‘中黄1号’*茶园主要害虫及天敌的时间格局均划分为4个时段,两年对应时间段内的种类和发生特点基本相同。通过结合优势种害虫与天敌的动态分析和时间格局分析对害虫防治和天敌利用具有重要意义。3-4月(第一时段),气温逐渐回暖,茶树芽头开始萌发,害虫发生量随之增长,其中茶园叶蝉和黑刺粉虱的发生量最多,其他害虫零星发生,此时吸引的天敌主要是蜘蛛类。4月下旬-5月(第二时段),气温适宜昆虫的生长发育,害虫及天敌发生数量急剧上升,期间茶园叶蝉、茶棍蓟马和茶黄蓟马为主要优势种,茶园中可以明显看到茶园叶蝉和茶棍蓟马对茶树叶片的危害状,天敌蜘蛛类较为丰富,以同时期发生的茶园叶蝉为食;军配盲蝽则是以茶网蝽为食(江宏燕等,2021;2023)。6月(第三时段)是各种类昆虫的盛发期,多种害虫及天敌发生量达到了最高峰,此时的主要优势害虫为茶园叶蝉和茶棍蓟马。7-9月(第四时段)随着温度逐渐升高,昆虫种群数量开始下降,但茶园叶蝉依然是优势害虫。为了保障茶叶的绿色安全生产,需有针对性的对不同时段内发生的害虫进行防治,调查结果可以发现4个时段中茶园叶蝉均是*‘中黄1号’*茶园的主要优势种害虫,应加强茶园叶蝉的管理。结合茶园叶蝉百叶虫口的防治指标,从害虫综合治理角度,当第1峰百叶虫量超过6头(5-6月)时可采取防治

措施,在春茶采摘期应避免化学药剂的使用,由于此时害虫数量少、蜘蛛数量多,通过采茶和生态调控即利用自然天敌如蜘蛛类可控制茶园叶蝉的数量;当达到防治指标时可选择物理措施如挂黄板、天敌友好型诱虫板、修剪或生物防治如生物药剂等;在发生危害严重的高峰期(6-7月)则可采用联苯菊酯、甲维盐-唑虫酰胺、虫螨腈等化学防治方法,但需注意药剂类型和用量的选择。第二时段和第三时段的优势害虫蓟马类的害虫防治通常都是在防治茶园叶蝉时兼防,如果当年危害极其严重时可采用重修剪或台刈对其进行综合防治。对于局部爆发性害虫茶网蝽,在发生较少时可与叶蝉兼防施用药剂等,但若出现大面积危害时,可在6-7月对茶树进行重修剪,剪除带虫卵叶,可控制下一代虫口基数。

本研究通过对*‘中黄1号’*茶园昆虫群落的调查,掌握了该品种茶园的害虫与天敌的群落组成,探讨了不同时期主要害虫及其天敌的发生数量和关系,对*‘中黄1号’*茶园的害虫防治应加强主要害虫的监测和防控,明确在不同时间段内害虫的发生量并采取相应的防治措施。同时,加强主要天敌蜘蛛类等天敌的保护和利用,为茶园害虫的综合治理提供理论基础。

参考文献 (Reference)

- Berger WH, Parker FL. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments [J]. *Science*, 1970, 168 (3937): 1345-1347.
- Chen EH, Huang LF, Liao DQ, et al. Analysis on the community structure and stability of arthropod communities in different ecological and traditional tea gardens of Guangxi [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2022, 44 (3): 636-642. [陈恩海, 黄立飞, 廖冬晴, 等. 广西生态茶园和普通茶园的节肢动物群落结构和稳定性分析 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (3): 636-642]
- Chen ZM. Development and application of green pest control technology in tea garden [J]. *China Tea*, 2022, 44 (1): 1-6. [陈宗懋. 茶园有害生物绿色防控技术发展与应用 [J]. 中国茶叶, 2022, 44 (1): 1-6]
- Ge F. The principles and methods of ecological regulation and management of pests [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 1998, 17 (2): 38-42. [戈峰. 害虫生态调控的原理与方法 [J]. 生态学杂志, 1998, 17 (2): 38-42]
- Ge F. From 'comprehensive' to 'integrated' pest management [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2020, 57 (1): 1-9. [戈峰. 害虫管理:从“综合”到“整合” [J]. 应用昆虫学报, 2020, 57 (1): 1-9]
- Guo SB, Chen JH, Shi HZ, et al. Study on pest omsect species and

- occurrence rule of main species in eco-agricultural tea garden in Xinyang area [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2010, 22 (2): 90–92. [郭世保, 陈俊华, 史洪中, 等. 信阳地区生态茶园害虫种类与主要害虫发生规律研究 [J]. 江西农业学报, 2010, 22 (2): 90–92]
- Jiang HY, Chen SC, Chen L, *et al.* Predation of *Stethoconus japonicus* and *Orius similis* to nymphs of *Stephanitis chinensis* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2023, 45 (3): 754–760. [江宏燕, 陈世春, 程令, 等. 军配盲蝽和南方小花蝽对茶网蝽若虫的捕食作用 [J]. 环境昆虫学报, 2023, 45 (3): 754–760]
- Jiang HY, Chen SC, Liu X, *et al.* Forest ecological model on the spider community and leafhopper population in tea plantation [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2020, 36 (22): 111–115. [江宏燕, 陈世春, 刘翔, 等. 林下茶园蜘蛛群落及叶蝉种群时空结构研究 [J]. 中国农学通报, 2020, 36 (22): 111–115]
- Jiang HY, Chen SC, Hu X, *et al.* The nemesis of the tea lace bug——*Stethoconus japonicus* Schumacher [J]. *China Tea*, 2021, 43 (2): 33–35. [江宏燕, 陈世春, 胡翔, 等. 茶网蝽的“克星”——军配盲蝽 [J]. 中国茶叶, 2021, 43 (2): 33–35]
- Li JY, You MS, You SJ. Progress in utilizing biodiversity to enhance pest control in tea plantations [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2022, 59 (4): 710–725. [李金玉. 尤民生, 尤士骏. 茶园生物多样性控害的研究进展 [J]. 应用昆虫学报, 2022, 59 (4): 710–725]
- Li SH, Qu AH, Xu DK, *et al.* Quantitative analysis of insect pests and their natural enemies on commercially grown *Lonicera japonica* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2022, 59 (2): 435–445. [李少华, 曲爱军, 徐德坤, 等. 忍冬害虫及其天敌群落的定量分析 [J]. 应用昆虫学报, 2022, 59 (2): 435–445]
- Li XX, Chen SR, Huang GY, *et al.* Effects of different planting patterns on insect community diversity and stability in apple orchards [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2024, 46 (6): 1420–1433. [李星星, 陈思蓉, 黄国嫣, 等. 不同种植模式对苹果园昆虫群落多样性与稳定性的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2024, 46 (6): 1420–1433]
- Liu D, Dai J, Hou YH, *et al.* Community structure of agricultural pests under the lamp in Luohe City of Henan Province from 2010 to 2019 [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2021, 43 (4): 879–890. [刘迪, 戴晋, 侯艳红, 等. 2010–2019年河南漯河灯下农作物害虫群落结构分析 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (4): 879–890]
- Liu YN, Liu MY, Huang LY, *et al.* Analysis of diversity and temporal patterns of the insect communities in tea gardens [J]. *Journal of Tea Science*, 2022, 42 (1): 109–119. [刘亚男, 刘梦圆, 黄丽蕴, 等. 茶园昆虫群落多样性和时间格局分析 [J]. 茶叶科学, 2022, 42 (1): 109–119]
- Mei XS, Cui L, Han BY. A survey on species of major pests and natural enemies in tea plantations in Lishui region [J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2011, 38 (3): 328–332. [梅献山, 崔林, 韩宝瑜. 丽水地区茶园主要害虫及其天敌种类调查 [J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38 (3): 328–332]
- Peng P, Li PW, Hou YJ, *et al.* Study on the diversity of insect communities in tea gardens of different ecological types [J]. *Plant Protection*, 2006, 32 (4): 67–70. [彭萍, 李品武, 侯渝嘉, 等. 不同生态茶园昆虫群落多样性研究 [J]. 植物保护, 2006, 32 (4): 67–70]
- Peng P, Wang ZJ, Lin Q, *et al.* Diversity of pest insect and natural enemy communities in tea gardens of different varieties [J]. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2011, 33 (6): 30–34. [彭萍, 王晓庆, 李品武, 等. 不同品种茶园害虫及天敌群落多样性研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2011, 33 (6): 30–34]
- Pielou EC. *Ecological Diversity* [M]. New York: Wiley Inter-Science, 1975.
- Shannon CE, Wiener WJ. *The Mathematical Theory of Communication* [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- Simpson EH. Measurement of diversity [J]. *Nature*, 1949, 163 (688): 631–648.
- Sun QY, Zhang R, Ye T, *et al.* A survey on species of major pests and natural enemies in tea plantations in Huangshan region [J]. *Journal of Tea Business*, 2021, 43 (4): 166–173. [孙钦玉, 张冉, 叶涛, 等. 黄山地区茶园害虫和天敌群落多样性调查研究 [J]. 茶业通报, 2021, 43 (4): 166–173]
- Tang QY, Zhang CX. Data Processing System (DPS) software with experimental design, statistical analysis and data mining developed for use in entomological research [J]. *Insect Science*, 2013, 20 (2): 254–260.
- Tang MJ, Xiao Q. *Colored Pictorial Handbook of Tea Plant Pests and Natural Enemies* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2018. [唐美君, 肖强. 茶树病虫及天敌图谱 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2018]
- Tokeshi M. Species abundance patterns and community structure [J]. *Advances in Ecological Research*, 1993, 24: 111–186.
- Yan XY, Wang H, Zhang YJ, *et al.* Research progress on ecological regulation to crop pests using agricultural biodiversity [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2023, 39 (3): 710–717. [闫雪影, 王慧, 张艳军, 等. 农业生物多样性对农作物害虫生态调控的研究进展 [J]. 中国生物防治学报, 2023, 39 (3): 710–717]
- Yang YJ, Chen M, Wang XC, *et al.* Special and high quality new tea cultivar Zhonghuang 1 [J]. *China Tea*, 2014, 36 (9): 8–9, 17. [杨亚军, 陈明, 王新超, 等. 特异优质茶树新品种‘中黄1号’选育研究 [J]. 中国茶叶, 2014, 36 (9): 8–9, 17]
- Zhang HH, Tan JC. *Chinese Tea Tree Pests and Their Non-pollution Treatment* [M]. Hefei: Anhui Science and Technology Press, 2004. [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]
- Zhang XY, Wang BL, Yang JJ, *et al.* A survey on insect communities at tea plantations in Bazhong city [J]. *Acta Tea Sinica*, 2023, 64 (3): 56–60. [张潇引, 王彬力, 杨佳佳, 等. 巴中市茶园昆虫群落结构初步研究 [J]. 茶叶学报, 2023, 64 (3): 56–60]
- Zhao ZM, Guo YQ. *Principles and Methods of Community Ecology* [M]. Chongqing: Science and Technology Literature Press Chongqing

- Branch, 1990: 219–223. [赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法 [M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990: 219–223]
- Zheng FQ, Zhang XH, Qu CH, et al. Quantitative analysis of insect pest and natural enemy communities in Red Fuji apple orchard [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20 (4): 851–856. [郑方强, 张晓华, 曲诚怀, 刘学谦, 曲淑娟. 红富士苹果园害虫与天敌群落的定量分析 [J]. 应用生态学报, 2009, 20 (4): 851–856]
- Zhong J. The Research of Insect Pests, Natural Enemies and Insects and Spiders' Total Community in Different Tea Gardens [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University Master Thesis, 2012. [钟金. 不同类型茶园害虫天敌及其总群落研究 [D]. 成都: 四川农业大学硕士学位论文, 2012]

附录: 附表1 ‘中黄1号’ 茶园害虫及其天敌物种组成

详细数据见网络版增强出版材料 (<http://hjkcb.alljournals.net/>)

附表 1 ‘中黄 1 号’茶园害虫及其天敌物种组成

Appendix Table 1 Species composition of pests and their natural enemies in "Zhonghuang No. 1" tea gardens

纲 Classes	目 Orders	科 Families	种 Species	相对多度 (%) Relative abundance		
				2020 年	2021 年	
害虫 Pests	半翅目 Hemiptera	叶蝉科 Cicadellidae	小贯小绿叶蝉 <i>Empoasca onukii</i>	29.41	31.41	
			锐偏茎叶蝉 <i>Asymmetrasca rybiogon</i>			
		蜡蝉科 Fulgoridae	茶蛾蜡蝉 <i>Geisha distinctissima</i>	0.34	0.96	
		粉虱科 Aleyrodidae	黑刺粉虱 <i>Aleurocanthus spiniferus</i>	3.01	2.82	
			茶白粉虱 <i>Pealius akebiae</i>			
		蚜科 Aphididae	茶蚜 <i>Toxoptera aurantii</i>	0.10	0.03	
		盲蝽科 Miridae	绿盲蝽 <i>Apolygus lucorum</i>	0.07	0.03	
		网蝽科 Tingididae	茶网蝽 <i>Stephanitis chinensis</i>	1.37	3.05	
		蝽科 Pentatomidae	长肩棘缘蝽 <i>Cletus trigonus</i>	0.19	0.03	
	盾蝽科 Scutelleridae	油茶宽盾蝽 <i>Poecilocoris latus</i>	0.02	0		
	昆虫纲 Insecta	缨翅目 Thysanoptera	蓟马科 Thripidae	茶棍蓟马 <i>Dendrothrips minowai</i>	13.30	10.36
				茶黄蓟马 <i>Scirtothrips dorsalis</i>		
			肖叶甲科 Eumolpidae	茶角胸叶甲 <i>Basilepta melanopus</i>	7.90	2.65
		鞘翅目 Coleoptera	象甲科 Curculionidae	丽纹象甲 <i>Myllocerinus aurolineatus</i>	0.28	0.42
				大灰象甲 <i>Sympiezomias velatus</i>		
			叩甲科 Elateridae	沟金针虫 <i>Pleonomus canaliculatus</i>	0.20	0
		啮虫目 Coccodentia	啮虫科 Corrodentidae	茶啮虫 <i>Psocus taprobanes</i>	5.56	8.14
尺蠖科 Geometridae			茶银尺蠖 <i>Scopula subpunctaria</i>	0.24	0.46	
鳞翅目 Lepidoptera		刺蛾科 Limacodidae	茶刺蛾 <i>Phlossa fascista</i>	0	0.29	
		细蛾科 Gracilariidae	茶细蛾 <i>Caloptilia theivora</i>	0.05	0.05	
	毒蛾科 Lymantriidae	茶毛虫 <i>Euproctis pseudoconspersa</i>	0	0.03		
直翅目 Orthoptera	螽斯科 Tettigoniidae	中华螽斯 <i>Tettigonia chinensis</i>	0.47	0.40		

		斑腿蝗科 Catantopidae	红褐斑腿蝗 <i>Catantops pinguis</i>	0.12	0.03
	蜚蠊目 Blattaria	姬蠊科 Blattellidae	德国小蠊 <i>Blattella germanica</i>	0	0.24
	双翅目 Diptera	瘿蚊科 Cecidomyiidae	茶芽瘿蚊 <i>Contarinia</i> sp.	0.17	0.05
	蜱螨目 Acarina	叶螨科 Tetranychidae	柑橘始叶螨 <i>Eotetranychus kankitus</i>	0.05	0
蛛形纲 Arachnida	绒螨目 Trombidiformes	瘿螨科 Eriophyidae	茶叶瘿螨 <i>Calacarus carinatus</i> 茶橙瘿螨 <i>Acaphylla theae</i>	0.99	0.51
天敌 Natural enemies					
		蚁科 Formicidae	黑蚂蚁 <i>Polyrhachis vicina</i>	4.17	5.06
	膜翅目 Hymenoptera	蚜茧蜂科 Aphidiidae	烟蚜茧蜂 <i>Aphidius gifuensis</i>	1.86	0.59
		蚜小蜂科 Aphelinidae	梨角蚜小蜂 <i>Eretmocerus</i> sp.	1.18	0
	缨翅目 Thysanoptera	管蓟马科 Phlaothripidae	日本筒管蓟马 <i>Haplothrips nipponicus</i>	3.11	2.33
	革翅目 Dermaptera	蠹螋科 Labiduridae	日本蠹螋 <i>Labidura japonica</i>	1.49	1.37
			异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>		
	鞘翅目 Coleoptera	瓢甲科 Coccinellidae	七星瓢虫 <i>Coccinella septempunctata</i> 红点唇瓢虫 <i>Chilocorus kuwanae</i>	0.21	0.21
昆虫纲 Insecta		虎甲科 Cicindelidae	中华虎甲 <i>Cicindela chinensis</i>	0.02	0
	脉翅目 Neuroptera	草蛉科 Chrysopidae	大草蛉 <i>Chrysopa pallens</i>	1.16	1.20
		褐蛉科 Hemerobiidae	点线脉褐蛉 <i>Micromus multipunctatus</i>	0.14	0
		花蝽科 Anthocoridae	南方小花蝽 <i>Orius similis</i>	0	0.11
	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	军配盲蝽 <i>Stethoconus japonicus</i>	1.59	1.10
		猎蝽科 Reduviidae	环斑猎蝽 <i>Sphedanolestes impressicollis</i>	0.10	0.16
	双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	黑带食蚜蝇 <i>Episyrphus balteatus</i>	0.22	0.27
		皿蛛科 Linyphiidae	草间钻头蛛 <i>Hylyphantes graminicola</i> 卡氏盖蛛 <i>Neriene cavaleriei</i>	0.73	1.47
蛛形纲 Arachnida	蜘蛛目 Araneae	肖蛸科 Tetragnathidae	鳞纹肖蛸 <i>Tetragnatha squamata</i> 西里银鳞蛛 <i>Leucauge celebesiana</i>	0.31	1.02
		卷叶蛛科 Dictynidae	芦苇卷叶蛛 <i>Dictyna arundinacea</i>	0.21	0.58
		红螯蛛科 Cheiracanthiidae	岛生红螯蛛 <i>Cheiracanthium insulanum</i>	0.11	0

猫蛛科 Oxyopidae	斜纹猫蛛 <i>Oxyopes sertatus</i>	0.12	0
栅蛛科 Hahniidae	浙江栅蛛 <i>Hahnia zhejiangensis</i>	0	0.21
逍遥蛛科 Philodromidae	土黄逍遥蛛 <i>Philodromus subaureolus</i>	0.22	0
	横斑拟肥腹蛛 <i>Parasteatoda flavomaculata</i>		
球腹蛛科 Theridiidae	塔圆腹蛛 <i>Dipoena turriceps</i>	2.19	2.58
	多泡美蒂蛛 <i>Meotipa vesiculosa</i>		
	霍氏新园蛛 <i>Neoscona holmi</i>		
	银背艾蛛 <i>Cyclosa argenteoalba</i>		
园蛛科 Araneidae	华南高亮腹蛛 <i>Hypsosinga alboria</i>	3.55	4.85
	四点高亮腹蛛 <i>Hypsosinga pygmaea</i>		
	汤原曲腹蛛 <i>Cyrtarachne yunoharuensis</i>		
管蛛科 Trachelidae	日本管蛛 <i>Trachelas japonicus</i>	0.93	2.12
	鳃蛤莫蛛 <i>Harmochirus brachiatus</i>		
	条纹蝇虎 <i>Plexippus setipes</i>		
	花腹金蝉蛛 <i>Phintella bifurcilinea</i>		
跳蛛科 Salticidae	暗宽胸蝇虎 <i>Rhene atrata</i>	12.54	13.28
	白斑猎蛛 <i>Evarcha albaria</i>		
	长触合跳蛛 <i>Synagelides palpalis</i>		
	黑猫跳蛛 <i>Carrhotus xanthogramma</i>		
