

引用格式:

李丹, 李华锋, 饶振煜, 岑伊静, 曹藩荣. 微生物肥对茶园昆虫和蜘蛛群落的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2024, 50(5): 70–75.

LI D, LI H F, RAO Z Y, CEN Y J, CAO F R. Effect of microbial fertilizers on insect and spider communities in tea garden[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2024, 50(5): 70–75.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 微生物肥对茶园昆虫和蜘蛛群落的影响

李丹<sup>1</sup>, 李华锋<sup>2</sup>, 饶振煜<sup>1</sup>, 岑伊静<sup>3</sup>, 曹藩荣<sup>1\*</sup>

(1.华南农业大学园艺学院, 广东 广州 510642; 2.广东茂名农林科技职业学院生物技术系, 广东 茂名 525024; 3.华南农业大学植物保护学院, 广东 广州 510642)

**摘要:** 为了评估微生物肥对茶园昆虫和蜘蛛群落的影响, 以单施化肥为对照, 比较了单施微生物肥、单施复混肥(有机肥与化肥混合)的茶园昆虫和蜘蛛群落的发生数量, 统计各处理间的群落优势类群, 分析主要害虫小贯松村叶蝉(*Matsumurasca onukii*)种群数量消长动态。结果表明, 微生物肥处理的茶园昆虫和蜘蛛群落多样性指数和均匀度指数分别为 2.07 和 0.45, 均显著高于复混肥和化肥处理组的, 说明微生物肥处理的茶园昆虫群落结构更复杂, 生态系统物种丰富, 稳定性更好; 微生物处理组的茶园昆虫群落优势集中性指数和优势度指数最小, 分别为 0.31 和 0.55, 也说明其物种最丰富, 群落处于稳定状态; 单施微生物肥对茶园小贯松村叶蝉种群数量控制效果显著。施用微生物肥能显著影响茶园昆虫和蜘蛛群落结构, 降低害虫小贯松村叶蝉的种群数量, 处理后的茶园昆虫和蜘蛛群落结构更加复杂, 生态系统物种丰富, 群落处于稳定状态。

**关键词:** 微生物肥; 茶园; 昆虫; 蜘蛛; 小贯松村叶蝉

中图分类号: S435.711

文献标志码: A

文章编号: 1007–1032(2024)05–0070–06

## Effect of microbial fertilizers on insect and spider communities in tea garden

LI Dan<sup>1</sup>, LI Huafeng<sup>2</sup>, RAO Zhenyu<sup>1</sup>, CEN Yijing<sup>3</sup>, CAO Fanrong<sup>1\*</sup>

(1.College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China; 2.Department of Biotechnology, Guangdong Maoming Agriculture & Forestry Technical College, Maoming, Guangdong 525024, China; 3.College of Plant Protection, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

**Abstract:** To assess the effects of microbial fertilizers on insect and spider communities in tea garden, the occurrence of insects and spiders in tea gardens treated with chemical fertilizers alone(control), with microbial fertilizers alone and with compound fertilizers alone(organic fertilizers mixed with chemical fertilizers) were comparatively investigated. The dominant taxa in insect and spider communities in each treatment were statistically analyzed, and the population growth and decline of the main pests, *Matsumurasca onukii*, was also analyzed. The results showed that the diversity index and evenness index of the insect and spider communities in the tea garden treated with microbial fertilizer were 2.07 and 0.45, respectively, which were significantly higher than those of the compound fertilizer and chemical fertilizer treatment groups, indicating the structure of the insect community in the tea garden treated with microbial fertilizer was more complex, the ecosystem was rich in species, and the stability was better; the value of dominance concentration index and dominance degree of the insect community in the tea garden treated with microbial fertilizer

收稿日期: 2024–05–29

修回日期: 2024–08–30

基金项目: 广东省农业农村厅项目(2023KJ120); 广东省科学技术厅项目(5300–E21238、5300–E21 200)

作者简介: 李丹(1987—), 女, 河南商丘人, 博士, 讲师, 主要从事茶树生理生态学研究, 30004411@scau.edu.cn; \*通信作者, 曹藩荣, 博士, 教授, 主要从事茶树栽培及茶园病虫害防治研究, prcao@scau.edu.cn

were the smallest, which were 0.31 and 0.55, respectively, indicating its species were the most abundant and the most stable. The single application of microbial fertilizer has a significant effect on controlling the population size of *Matsumurasca onukii* in the tea garden. The application of microbial fertilizer can significantly affect the community structure of insects and spiders in the tea garden, reduce the population size of *Matsumurasca onukii*; and after microbial fertilizer treatment, the structure of insects and spiders in the tea garden is more complex, the ecosystem is rich in species, and the community is in a stable state.

**Keywords:** microbial fertilizer; tea garden; insect; spider; *Matsumurasca onukii*

施肥会改变植物组织的营养水平, 从而影响农作物对害虫的敏感程度。研究表明, 作物抵抗或忍受病虫害的能力与土壤的最佳理化性质及主要生物特性有关<sup>[1-2]</sup>。李志强等<sup>[3]</sup>比较了有机管理、常规管理和自然园 3 种管理方式下柑橘树冠层节肢动物群落多样性, 发现常规管理的柑橘园转变为有机管理后, 柑橘园节肢动物群落的物种组成增加了 1 目 24 科 130 种, 害虫类群的个体数量减少, 而天敌类群的个体数量增加。在有机栽培管理模式中, 有机管理措施能减少害虫发生<sup>[4-5]</sup>。相关研究表明, 在冬季休眠期以有机肥和化肥混合进行一次培肥之后, 全年柑橘生长过程中单施有机肥处理下柑橘木虱、柑橘全爪螨的发生数量显著低于常规施用化肥的, 表明施用有机肥有利于控制桔园害虫的发生<sup>[6]</sup>。

张和平等<sup>[7]</sup>指出茶叶生产亟需新型、高效、安全的肥料, 以解决有机茶茶园施肥问题, 生产出安全、健康的茶产品。如何综合应用绿色防治技术提高茶树抗病虫性以减少茶树病虫害, 从而改良茶叶品质和提高茶叶产量已成为当前茶叶生产的迫切任务。周雪等<sup>[8]</sup>的研究表明, 微生物有机肥配施控释复合肥可以提高茶园土壤细菌的丰度、真菌数量和丰度, 降低古菌数量和丰度, 从而改变土壤优势菌群的组成。李贵松等<sup>[9]</sup>在茶园中使用枯草芽孢杆菌和胶质芽孢杆菌两种微生物菌肥, 发现施用微生物菌肥有利于提升茶叶品质并能够有效降低茶叶及土壤中的重金属镉含量, 且增加菌肥浓度, 效果会更显著。徐华勤等<sup>[10]</sup>利用 BIOLOG 研究长期施肥后茶园土壤微生物群落多样性变化, 结果表明, 施肥能在不同程度上提高微生物整体活性和丰富度, 有机无机肥配施效果最好。为了明确施用微生物肥对茶园昆虫和蜘蛛群落结构的影响, 笔者调查比较了单施微生物肥、单施复混肥和单施化肥后, 茶园昆虫和蜘蛛群落结构的特征指数以及主要害虫小

贯松村叶蝉(*Matsumurasca onukii*)种群数量的消长动态, 统计分析各处理间的群落优势类群, 以期为通过合理施肥增加茶园生态系统物种的丰富度和控制害虫的发生提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试茶树品种为‘金萱’, 树龄 8~10 年。

供试微生物肥、复混肥(有机肥与化肥混合)和化肥由广东丰康生物科技有限公司生产。微生物肥有效活菌数 $\geq 2.0 \times 10^7$  /g, 有机质质量分数 $\geq 45\%$ ; 复混肥有机质质量分数 $\geq 20\%$ ; 化肥总养分质量分数 $\geq 45\%$ 。

### 1.2 试验设计

于 2017 年 3 月至 2018 年 3 月在华南农业大学茶园进行试验。设置单施微生物肥、单施复混肥 2 个处理, 以单施化肥为对照组(CK), 各处理设 4 次重复, 12 个小区随机区组排列, 小区面积为 23 m<sup>2</sup>。分别于 2017 年 3 月 2 日、6 月 15 日、10 月 10 日施肥, 按照 3 t/hm<sup>2</sup> 总量施肥。小区周围设保护行, 处理之间设隔离行。

### 1.3 调查方法

1) 从 2017 年 4 月开始至 2018 年 3 月, 每月 1 次调查各处理小区的小贯松村叶蝉的种群数量。

2) 参照谭济才等<sup>[11]</sup>的采样方法, 从 2017 年 4 月开始至 2018 年 3 月, 每月 1 次, 每个小区设 3 个样点, 调查从树冠到地面的昆虫和蜘蛛的种类及数量。

每个处理小区随机挑选 5 个枝条, 无嫩芽时, 调查每个枝条顶端 5 片叶上的虫口数; 有嫩芽时, 调查每个枝条嫩芽 5 个茶芽上的虫口数。

将多个白瓷盘铺在茶丛下(面积约为 1 m<sup>2</sup>), 用力

拍打茶丛 10 下,用收集袋收集落入白瓷盘中的昆虫和蜘蛛。

网捕 10 网样点上方飞翔的昆虫和蜘蛛,网捕 20 网茶树上层及侧面的昆虫和蜘蛛,用采集袋收集。

将采集到的所有昆虫和蜘蛛标本带回室内,除鳞翅目和脉翅目成虫外其余样本均用 75% 的乙醇保存,置于体视镜下观察并对其进行分类鉴定。

#### 1.4 数据分析

依据张孝曦<sup>[12]</sup>的方法,计算茶园昆虫和蜘蛛群落结构的多样性指数( $H'$ )、群落丰富度( $P_i$ )、均匀度指数( $J$ )、优势集中性指数( $C$ )、优势度指数( $B$ )。

采用 SPSS 17.0 软件进行数据分析,用  $t$  检验分析各组间的差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 施用微生物肥茶园昆虫和蜘蛛的群落特征

在施肥处理的茶园共采集到 524 个节肢动物样本(表 1),隶属于 12 目 29 科 55 种,其中微生物肥处理的茶园昆虫和蜘蛛 99 头,隶属于 9 目 24 科 25 种;复混肥处理的茶园昆虫和蜘蛛 193 头,隶属于

10 目 27 科 31 种;化肥处理(CK)的茶园节肢动物群落共收集到昆虫和蜘蛛 232 头,隶属于 12 目 26 科 30 种。

双翅目包括蝇科、花蝇科、潜蝇科、大蚊科、水虻科、头蝇科、长足虻科、蚤蝇科,是茶园昆虫的优势类群,物种数最多,有 14 种,物种数约占全部物种的 25.45%;其次是蜘蛛目,物种数 11 种,占全部物种的 20%;直翅目包括蝗科、菱蝗科、螽斯科、蟋蟀科、蚤蝼科,物种数 6 种,约占全部物种的 10.91%;膜翅目包括蚁科、金小蜂科、蚜茧蜂科、蜜蜂科,物种数 5 种,约占全部物种的 9.09%;鳞翅目包括毒蛾科、鹿蛾科,物种数 4 种,约占全部物种的 7.27%;半翅目包括蚜科、叶蝉科、盾蝽科、花蝽科,物种数 5 种,约占全部物种的 9.09%;脉翅目包括粉蛉科、褐蛉科、蚁蛉科,物种数 3 种,约占全部物种的 5.45%;鞘翅目包括瓢虫科、叶甲科,物种数 2 种,约占全部物种的 3.64%;蜉蝣目包括叶螭科,物种数 2 种,约占全部物种的 3.64%;啮虫目 1 种,约占全部物种的 1.82%;蜻蜓目 1 种,约占全部物种的 1.82%;螳螂目 1 种,约占全部物种的 1.82%。

表 1 施肥茶园昆虫和蜘蛛群落名录

Table 1 Species composition for insect and spider communities in tea gardens with fertilizer application

目名	科名	物种数	个体数/头			
			微生物肥	复混肥	化肥	
鳞翅目(Lepidoptera)	毒蛾科(Lymantriidae)	2	2	2	3	
	鹿蛾科(Amatidae)	2				
鞘翅目(Coleoptera)	瓢虫科(Coccinellidae)	1	1	0	4	
	叶甲科(Chrysomelidae)	1				
双翅目(Diptera)	蝇科(Muscidae)	1	18	27	25	
	花蝇科(Anthomyiidae)	1				
	潜蝇科(Agromyzidae)	3				
	大蚊科(Tipulidae)	3				
	水虻科(Stratiomyidae)	1				
	头蝇科(Pipunculidae)	1				
	长足虻科(Dolichopodidae)	1				
	蚤蝇科(Phoridae)	3				
	蜘蛛目(Araneae)		11	10	9	6
	膜翅目(Hymenoptera)	蚁科(Formicidae)	2	3	6	8
金小蜂科(Pteromalidae)		1				
蚜茧蜂科(Aphidiidae)		1				
蜜蜂科(Apidae)		1				
直翅目(Orthoptera)	蝗科(Acridae)	2	0	6	6	
	菱蝗科(Tetrigidae)	1				
	螽斯科(Tettigoniidae)	1				

表 1(续)

目名	科名	物种数	个体数/头		
			微生物肥	复混肥	化肥
半翅目(Hemiptera)	蟋蟀科(Gryllidae)	1			
	蚤蝼科(Tridactylidae)	1			
	盾蝽科(Scutelleridae)	1	59	139	176
	花蝽科(Anthocoridae)	1			
	蚜科(Aphididae)	1			
脉翅目(Neuroptera)	叶蝉科(Cicadellidae)	2			
	粉蛉科(Coniopterygidae)	1	2	2	1
	褐蛉科(Hemerobiidae)	1			
	蚁蛉科(Myrmeleontidae)	1			
啮虫目(Psocoptera)		1	0	1	0
蜻蜓目(Odonata)		1	0	0	1
螳螂目(Mantodea)		1	0	0	1
蜱螨目(Acarina)	叶螨科(Tetrangchidae)	2	4	1	1

个体数指各目的数量。

经调查统计,微生物肥处理的茶园昆虫和蜘蛛优势种群是双翅目,有物种数 8 种,占该处理物种总数的 32%;其次是蜘蛛目和半翅目,物种数分别有 5 种和 4 种,分别占该处理物种总数的 20%和 16%;鞘翅目和脉翅目均只有 1 种,物种数分别占该处理物种总数的 4%。个体数最多的是半翅目叶蝉科的小贯松村叶蝉,是该群落的优势种,半翅目的相对丰富度(Pi)为 0.596 0(表 2)。复混肥处理的茶园昆虫和蜘蛛优势种群是双翅目、蜘蛛目和直翅目,物种数分别有 8 种、7 种和 5 种,分别约占该

处理物种总数的 25.81%、22.58%和 16.13%;脉翅目、啮虫目和蜱螨目的物种数均为 1 种,物种数都仅占 3.23%。化肥处理(CK)的茶园昆虫和蜘蛛优势种群是双翅目、蜘蛛目和直翅目,物种数分别为 8 种、5 种和 5 种。双翅目和蜘蛛目都是 3 种施肥处理组的优势种群,微生物肥处理组的半翅目的物种数量更多。

## 2.2 施用微生物肥的茶园昆虫和蜘蛛群落的特征指数

分析施肥茶园昆虫和蜘蛛群落多样性指数  $H'$ 、均匀度指数  $J$ 、优势集中性指数  $C$  和优势度指数  $B$ ,结果(表 3)表明,施用微生物肥茶园昆虫和蜘蛛群落多样性指数和均匀度指数最高,说明微生物肥处理的茶园昆虫和蜘蛛的群落结构更复杂,物种最丰富;微生物肥处理组的优势集中性指数和优势度指数均最低,说明微生物肥处理组的物种最丰富,群落处于较稳定的状态。

表 2 施肥茶园昆虫和蜘蛛群落的相对丰富度

Table 2 Relative abundance of insect and spider communities in tea garden with microbial fertilizer application

目名	相对丰富度(Pi)		
	微生物肥	复混肥	化肥
鳞翅目	0.020 2	0.010 3	0.012 9
鞘翅目	0.010 1	0	0.017 2
双翅目	0.181 8	0.139 9	0.107 8
蜘蛛目	0.101 0	0.046 6	0.025 9
膜翅目	0.030 3	0.031 1	0.034 5
直翅目	0	0.031 1	0.025 9
半翅目	0.596 0	0.720 2	0.758 6
脉翅目	0.020 2	0.010 4	0.004 3
啮虫目	0	0.005 2	0
蜻蜓目	0	0	0.004 3
螳螂目	0	0	0.004 3
蜱螨目	0.040 4	0.005 2	0.004 3

表 3 不同施肥处理的茶园昆虫和蜘蛛群落的特征值

Table 3 Characteristic values of inset and spider communities in tea gardens under different fertilization treatments

施肥处理	$H'$	$J$	$C$	$B$
微生物肥	2.07	0.45	0.31	0.55
复混肥	1.55	0.29	0.50	0.70
化肥	1.34	0.25	0.55	0.74

### 2.3 施用微生物肥对茶园小贯松村叶蝉种群数量消长的影响

从图 1 可以看出, 茶园小贯松村叶蝉在 1 年内有 2 个虫口爆发高峰, 分别为 3 月和 10 月至翌年 1 月。3 月时 3 个施肥处理组的虫口数都最高, 达到 70 只以上, 但微生物肥处理组的虫口数显著低于其

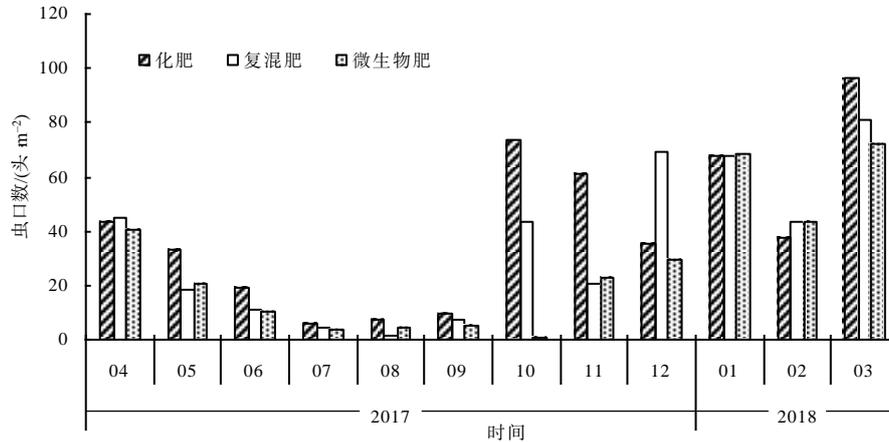


图 1 茶园小贯松村叶蝉种群的数量

Fig. 1 Population dynamics of *Matsumurasca onukii*

## 3 结论与讨论

比较了单施微生物肥、单施复混肥和单施化肥茶园的昆虫和蜘蛛群落的发生数量, 并统计分析各处理组的昆虫和蜘蛛群落的优势类群和群落结构指数, 结果表明, 微生物肥处理组的多样性指数和均匀度指数最大, 优势集中性指数和优势度指数均最低, 说明微生物肥处理组的茶园昆虫和蜘蛛群落结构更复杂, 生态系统物种丰富, 稳定性最好。微生物肥处理对小贯松村叶蝉种群数量的控制效果最好。

小贯松村叶蝉的种群数量在一年内有 2 个高峰期, 第 1 个高峰期是 3 月, 第 2 个高峰期是 10 月至翌年 1 月。在第 2 个高峰期时, 微生物肥处理组的种群数量得到明显控制。

研究表明, 微生物肥可改善土壤结构及提高土壤养分含量, 增加有益微生物数量, 同时促进作物生长和提高作物的产量和品质<sup>[13-15]</sup>。微生物肥中的有益微生物的大量繁殖在植物根系周围形成优势菌群, 且放线菌可释放抗生素类物质, 限制有害微生物的生存空间, 对病原微生物的控制起积极作用, 使土壤中有害微生物群落的种群种类与数量降低, 有益微生物群落的种群种类与数量得到提高。

他处理组的。10 月时, 微生物肥处理组小贯松村叶蝉虫口数最低, 复混肥组小贯松村叶蝉的虫口数相对较低, 而化肥处理的处于较高水平, 说明微生物肥处理和复混肥处理对小贯松村叶蝉的发生都具有控制作用, 其中微生物肥处理对小贯松村叶蝉的控制效果更佳。

对病原微生物繁殖的有效抑制, 使得茶树的抗病虫性提高; 茶树的各酶类可在微生物肥中的生物菌诱导下, 参与茶树对有害微生物的防御反应, 微生物肥料使茶树的抗病虫性得到提高。

刘亚男等<sup>[16]</sup>对山东省代表性茶园的主要害虫及天敌群落特征进行研究, 发现小贯松村叶蝉有 3 个爆发期, 分别为 7 月 25 日到 9 月 12 日、9 月 20 日到 10 月 17 日、10 月 27 日到 12 月 23 日, 这与本研究的小贯松村叶蝉有 2 个虫口高峰期有所不同, 这可能与二者所处茶区的气候不同有一定的关系。微生物肥在推广中仍存在问题, 主要是肥效慢、专性强、使用面较窄、贮存期短、易失效等, 而且菌种分类地位不明确, 有些产品使用的菌种缺乏必要的鉴定材料, 不利于产品的标准化、商品化, 需要进一步升级研发新的微生物肥料, 弥补微生物肥的缺陷, 有利于更好地推广应用微生物肥, 继而推动有机生态茶园的建设, 生产优质安全的有机茶。

### 参考文献:

- [1] ALTIER M A, NICHOLLS C I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems[J]. Soil and Tillage Research, 2003, 72 (2): 203-211.
- [2] RUKMOWATI BROTOJOJO R R, ARBIWATI D.

- Effect of application of granular organic fertilizer enriched with boiler ash and neem leaves powder on plant resistance against insect pests[J]. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2016, 6 (4): 152–157.
- [3] 李志强, 梁广文, 岑伊静, 等. 有机管理对柑橘园节肢动物群落多样性恢复的作用[J]. *生态学杂志*, 2009, 28(8): 1515–1519.
- [4] DEEPIKA K, HANUMANTHARAYA L, ASMA A. Influence of organic manures and inorganic fertilizers on insect and mite pests of capsicum under hill zone of Karnataka[J]. *Journal of Experimental Zoology India*, 2016, 19 (2): 1157–1162.
- [5] MUNERET L, THIÉRY D, JOUBARD B, et al. Deployment of organic farming at a landscape scale maintains low pest infestation and high crop productivity levels in vineyards[J]. *Journal of Applied Ecology*, 2018, 55(3): 1516–1525.
- [6] 徐长宝, 刘喆, 王吉锋, 等. 桔园施用有机肥对主要害虫发生的影响[J]. *环境昆虫学报*, 2018, 40(4): 958–962.
- [7] 张和平, 王兴隆, 潘竞平, 等. 紫花苜蓿喷施益微增产菌效果试验初报[J]. *甘肃农业大学学报*, 1997, 32(1): 80–82.
- [8] 周雪, 刘声传, 周玉锋, 等. 基于宏基因组测序揭示不同施肥方式对茶园土壤微生物群落季节性影响[J]. *中国土壤与肥料*, 2024(3): 23–31.
- [9] 李贵松, 吴林土, 徐火忠, 等. 不同微生物菌肥及用量对茶园土壤和茶叶品质的影响[J]. *浙江农业科学*, 2024, 65(5): 1208–1214.
- [10] 徐华勤, 肖润林, 邹冬生, 等. 长期施肥对茶园土壤微生物群落功能多样性的影响[J]. *生态学报*, 2007, 27(8): 3355–3361.
- [11] 谭济才, 邓欣, 袁哲明. 不同类型茶园昆虫、蜘蛛群落结构分析[J]. *生态学报*, 1998, 18(3): 289–294.
- [12] 张孝羲. 昆虫生态及预测预报[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [13] 闫龙翔, 阚雨晨, 陈露, 等. 化肥减施条件生物有机肥对黄瓜生长、产量品质及抗病性的影响[J]. *上海农业学报*, 2020, 36(2): 41–47.
- [14] 杜春燕. 有机肥替代化肥对果实产量、品质及土壤肥力的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [15] 谢蜀豫, 曹慕明, 黄秋凤, 等. 有机肥、微生物肥与化肥配施对阳光玫瑰葡萄果实品质及香气物质的影响[J]. *西南农业学报*, 2022, 35(1): 153–161.
- [16] 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.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维