



农业资源与环境学报

中文核心期刊
中国科技核心期刊

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

欢迎投稿 <http://www.aed.org.cn>

覆盖作物对茶园节肢动物群落多样性影响

王明亮, 刘惠芬, 王丽丽, 杨殿林, 汪洋, 修伟明, 李刚, 黄进, 张小福

引用本文:

王明亮, 刘惠芬, 王丽丽, 等. 覆盖作物对茶园节肢动物群落多样性影响[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(3): 326–331.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0490>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

不同覆盖作物模式对茶园土壤微生物群落功能多样性的影响

王明亮, 刘惠芬, 王丽丽, 杨殿林, 林艳艳, 修伟明, 王慧, 黄进, 张小福

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 332–339 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0028>

黄顶菊(*Flaveria bidentis*)凋落物对土壤无脊椎动物群落的影响

晏静, 张瑞海, 宋振, 张国良, 刘玉升, 付卫东

农业资源与环境学报. 2016, 33(2): 182–193 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2015.0245>

茶园多植物覆盖种植对土壤酶活性和有机碳矿化特征的影响

汪洋, 杨殿林, 王丽丽, 沈晓琳, 赵建宁, 王慧, 黄进, 张小福

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 371–380 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0605>

施氮对间作条件下玉米、马铃薯根际微生物群落功能多样性的影响

覃潇敏, 郑毅, 汤利, 龙光强

农业资源与环境学报. 2015(4): 354–362 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2014.0353>

覆盖作物不同利用方式对猕猴桃园土壤微生物群落结构的影响

李青梅, 张玲玲, 赵建宁, 张艳军, 刘红梅, 王华玲, 王慧, 杨殿林, 张凡, 翁昌明

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 319–325 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0627>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

王明亮, 刘惠芬, 王丽丽, 等. 覆盖作物对茶园节肢动物群落多样性影响[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(3): 326–331.

WANG Ming-liang, LIU Hui-fen, WANG Li-li, et al. Effect of different cover crops on arthropod community diversity in a tea orchard [J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2020, 37(3): 326–331.



开放科学 OSID

覆盖作物对茶园节肢动物群落多样性影响

王明亮^{1,2}, 刘惠芬^{2*}, 王丽丽^{1*}, 杨殿林¹, 汪 洋¹, 修伟明¹, 李 刚¹, 黄 进³, 张小福⁴

(1. 农业农村部环境保护科研监测所, 天津 300191; 2. 天津农学院农学与资源环境学院, 天津 300384; 3. 十堰市农业科学院果茶研究所, 湖北 十堰, 442000; 4. 十堰市经济作物研究所, 湖北 十堰, 442714)

摘 要:本研究选取湖北省十堰市郧阳区谭家湾镇圩坪寺村茶园为研究对象, 探讨几种禾本科、菊科、豆科植物不同配置方式对茶园节肢动物群落个体数、多样性时序特征的影响。试验共设置4个处理: 自然留养杂草(CK)、黑麦草+白三叶2种作物混播(EZ)、黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶4种作物混播(SZ)、黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶+紫羊茅+毛苕子+波斯菊+百日草8种作物混播(BZ), 采用陷阱法和马氏网收集调查节肢动物群落组成, 分析多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的时序变化。结果表明, 自然留草和覆盖作物下茶园节肢动物群落组成基本一致, 均表现为双翅目个体数最多, 蜘蛛目个体数最少。与CK相比, 不同覆盖作物处理下茶园鳞翅目个体数均显著增加, 但3种覆盖作物处理间无显著差异, SZ处理下同翅目昆虫显著增加了92.47% ($P < 0.05$)。不同处理间鞘翅目、膜翅目、双翅目、半翅目、直翅目和蜘蛛目的个体数差异不显著。不同覆盖作物下茶园节肢动物群落多样性、均匀度和丰富度指数动态变化趋势基本一致, 各处理的丰富度指数均在8月26日达到最高值, 9月30日3种覆盖作物处理的节肢动物群落丰富度均高于CK。与CK相比, EZ处理可显著增加茶园节肢动物群落的多样性指数, SZ处理可显著增加茶园节肢动物群落的多样性、丰富度和均匀度指数, BZ处理可显著增加茶园节肢动物群落的多样性和均匀度指数。

关键词: 覆盖作物; 茶园; 节肢动物; 多样性

中图分类号: Q959.22

文献标志码: A

文章编号: 2095-6819(2020)03-0326-06

doi: 10.13254/j.jare.2019.0490

Effect of different cover crops on arthropod community diversity in a tea orchard

WANG Ming-liang^{1,2}, LIU Hui-fen^{2*}, WANG Li-li^{1*}, YANG Dian-lin¹, WANG Yang², XIU Wei-ming¹, LI Gang¹, HUANG Jin³, ZHANG Xiao-fu⁴

(1. Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Tianjin 300191, China; 2. College of Agronomy & Resources and Environment, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 3. Tea Research Institute, Shiyan Academy of Agricultural Sciences, Shiyan 442000, China; 4. Economic Crop Research Institute of Shiyan City, Shiyan 442714, China)

Abstract: The effect of different arrangements of grasses, flowering plants (Asteraceae), and legume crops on the number and diversity dynamics of arthropod communities was determined in a tea orchard in Xupingsi Village, Tanjiawan Town, Yunyang District, Shiyan City, Hubei Province. For this, 4 treatments were established: Natural grasses (CK), ryegrass+white clover (EZ), ryegrass+white clover+bluegrass+red clover (SZ), and ryegrass+white clover+bluegrass+red clover+purple fescue+hairy raccoon+cosmos+zinnia (BZ). The community composition and dynamics of richness index, diversity index, and evenness index of arthropods were determined. The results showed that the arthropod community composition in the tea orchard with different cover crops was similar to that in the tea orchard with CK, with the largest number of Diptera and the least number of Araneae insects. Compared with that in the CK, the number of Lepidoptera increased significantly under the different cover crop treatments ($P < 0.05$), but no significant difference was noted among the three treatments ($P > 0.05$). Homop-

收稿日期: 2019-09-29 录用日期: 2020-01-10

作者简介: 王明亮(1994—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为作物生长环境。E-mail: w837035936@163.com

*通信作者: 王丽丽 E-mail: lili0229ok@126.com; 刘惠芬 E-mail: paula913@126.com

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程协同创新任务(CAAS-XTX2016015); 公益性行业(农业)科研专项经费项目(2015-3121-04); 中央牛顿基金项目(BB/013484/1)

Project supported: Cooperative Innovation Project of Agricultural Science and Technology Innovation Program of CAAS (CAAS-XTX2016015); Special Fund Project for Scientific Research of Public Welfare Industry (Agriculture) (2015-3121-04); Central Newton Fund Project (BB/013484/1)

<http://www.aed.org.cn>

tera insects increased significantly by 92.47% ($P < 0.05$) under the SZ treatment. No significant differences in the number of individuals of Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Orthoptera, and Araneae were noted among the different treatments ($P > 0.05$). The dynamics of diversity, evenness, and richness indices of arthropod communities in the tea orchard with different cover crops were basically the same; The richness index was the highest on August 26 and was higher in the tea orchard with different cover crops than in that with natural grasses on September 30. The arthropod community diversity index for EZ treatment, the diversity, richness, and evenness indices for SZ treatment, and the diversity and evenness indices for BZ treatment were significantly higher than those of the CK in the tea orchard.

Keywords: cover crops; tea orchard; arthropods; diversity

茶树树冠密集、树幅宽大、四季常青,形成树冠茂密郁闭、小气候变幅较小的特殊生态环境,使得茶园中的生物群落结构较其他农田生态系统复杂,生物种类和数量丰富。节肢动物作为茶园生态系统中的主要类群,其活动影响着植物群落结构的演替^[1]。茶园节肢动物群落多样性与茶园生态环境息息相关,不合理的管理方式可造成茶园节肢动物多样性降低,群落结构不稳定^[2]。覆盖作物可改善土壤生态环境^[3-6],保护茶园周边植被或通过间作等方式为具有不同生态位的节肢动物提供相应的栖息空间。茶园行间种植植物有利于节肢动物的生存和繁衍^[7],与化学防治的普通茶园相比,采用生态控制方法的茶园可提高节肢动物群落结构多样性指数和均匀度指数,有利于害虫控制^[8-10]。宋备舟^[11]研究结果表明,间作芳香植物显著影响苹果园植食性和捕食性节肢动物的个体数与物种数的时序特征,增加其丰富度,有效地减少苹果黄蚜的发生量。严毓骅等^[12]研究发现在苹果园种植豆科植物可明显增加天敌的数量。宋备舟等^[13]研究发现,在梨园种植菊科植物对害虫起到良好控制效果,彭萍等^[14]对4种不同类型生态茶园昆虫群落的调查结果表明,与纯茶园相比,生态茶园的昆虫群落丰富度、多样性、均匀度指数均较高,但间作树种的不同使茶园中昆虫特别是优势害虫的种群数或个体数均有较大的差异。李慧玲等^[15]对间作茶园、潘华栋^[16]对柑橘园、亢菊侠等^[17]对不同品种猕猴桃园、邹运鼎等^[18]对不同管理方式的葡萄园、叶火香等^[19]对不同种植模式的茶园内节肢动物群落的种类、数量、结构和动态变化等进行了多项研究。但以往的研究多集中在引入单一类型(科属)植物对茶园节肢动物群落多样性的影响,而对不同植物混合种植对茶园节肢动物群落多样性的影响仍有待研究。本研究以茶园自然生草为对照,探讨几种禾本科、菊科、豆科草本植物不同配置方式对茶园节肢动物群落个体数、多样性时序特征的影响,以期对茶园的生态管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验在湖北省十堰市郧阳区谭家湾镇圩坪村茶园进行,试验地位于北纬32.55°、东经110.52°,海拔220 m。年降雨量800~1100 mm,无霜期248 d,属于北亚热带大陆性季风气候,年平均气温16℃。土壤以泥质岩黄棕壤为主,pH值6.3~6.8。茶树品种为“鄂茶10号”。

1.2 试验材料

本研究共选取8种作物,其中禾本科3种,分别为黑麦草(*Lolium perenne* L)、早熟禾(*Poa annua* L)、紫羊茅(*Festuca rubra* L);豆科3种,分别为白三叶(*Trifolium repens* L)、红三叶(*Trifolium pratense*)、毛苕子(*Vicia villosa* Roth);菊科2种,分别为波斯菊(*Cosmos bipinnata* Cav)、百日草(*Zinnia elegans* Jacq)。

1.3 试验方法

本试验每年3月份开始种植覆盖作物,共设4个处理:自然留养杂草(CK)、黑麦草+白三叶2种作物混播(EZ)、黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶4种作物混播(SZ)、黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶+紫羊茅+毛苕子+波斯菊+百日草8种作物混播(BZ)。每个处理3次重复,采用随机区组设计。不同作物种子等量混合,撒播于茶树行间,种植密度 $16.7 \text{ kg} \cdot \text{km}^{-2}$,小区面积400 m²,不同处理间未设置间隔,定期清理行间杂草。

2018年6月初至9月底每隔14 d进行采样调查,如遇天气影响则适当调整采样时间。具体调查方法:

陷阱法收集:每个小区以“五点法”埋设5个相同大小的塑料杯(270 mL),每个塑料杯装入1/3的肥皂水,相距1 m,12个小区,共75个塑料杯,24 h后收集节肢动物带回实验室进行鉴定。

马氏网收集:在每个小区内放置一个马氏网装置,下方瓶中倒入95%乙醇,底部除草,放置14 d,收

集节肢动物带回实验室进行鉴定。

1.4 分析方法

采用物种多样性指数(H')、丰富度指数(R)和均匀度指数(E)对群落的结构特征和动态进行分析^[20]。

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

$$R = S / \ln N \quad (2)$$

$$E = H' / H'_{\max} \quad (3)$$

式中: P_i 为第*i*个物种个体数占总个体数的百分比; S 为物种数; N 为个体数; $H'_{\max}$ 为 H' 的最大理论值。

1.5 数据分析

采用 Excel 2003 软件对数据进行整理、作图,采用 SPSS 17.0 软件进行方差分析,用 Duncan 法进行平均数差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 覆盖作物对茶园节肢动物群落组成的影响

不同覆盖作物处理下供试茶园共鉴定 8 目 26 科的节肢动物(表 1),分别为同翅目 2 科(叶蝉科、粉虱科)、鳞翅目 8 科(刺蛾科、卷蛾科、粉蝶科、凤蝶科、尺蛾总科、夜蛾总科、蛱蝶科、天蛾总科)、鞘翅目 5 科(瓢虫科、步甲总科、金龟总科、吉丁虫科、虎甲科)、膜翅目 2 科(蜂科、蚁科)、双翅目 2 科(丽蝇科、蝇科)、半翅目 3 科(蝉总科、蝽科、猎蝽科)、直翅目 3 科(蝗科、蟋蟀科、蝼蛄科)、蜘蛛目 1 科(蜘蛛总科)。

从表 1 可以看出,自然留草和覆盖作物下茶园节肢动物群落组成基本一致,均表现为双翅目个体数最多,蜘蛛目个体数最少。与自然留养杂草(CK)相比,3 种覆盖作物处理下茶园鳞翅目昆虫均显著增加($P < 0.05$),EZ、SZ、BZ 处理分别增加了 32.53%、54.29%、

40.59%,但 3 种覆盖作物处理间无显著差异。与自然留养杂草相比,SZ 处理下茶园同翅目昆虫显著增加了 92.47%($P < 0.05$),但 3 种覆盖作物处理间无显著差异。不同处理间鞘翅目、膜翅目、双翅目、半翅目、直翅目和蜘蛛目的个体数差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 覆盖作物对节肢动物群落多样性时序特征的影响

2.2.1 多样性指数的时序变化

不同覆盖作物处理下节肢动物群落多样性指数的动态变化见图 1。由图 1 可以看出,CK 处理下茶园节肢动物群落多样性随时间的推移先下降再上升,保持相对稳定之后再下降;EZ 处理下茶园节肢动物群落多样性随时间的推移呈现先上升、后保持相对稳定的趋势;SZ 和 BZ 茶园节肢动物群落多样性随时间的推移呈现先上升、再下降、再上升的趋势。CK 处理节肢动物群落多样性在 7 月 29 日达到最高值;SZ 和 BZ 处理分别早于 CK;而 EZ 处理则晚于 CK,但 3 种覆盖作物处理节肢动物群落多样性的最高值均高于 CK。

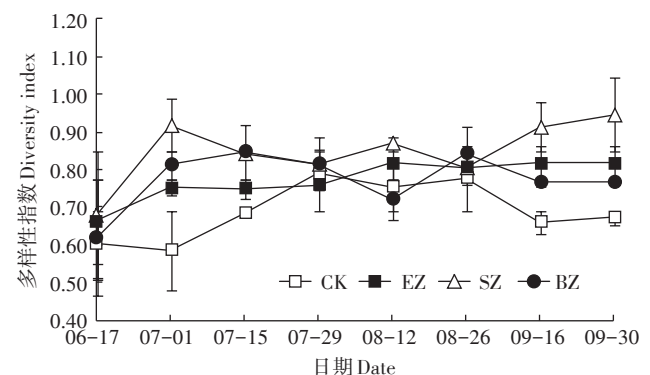


图 1 茶园不同覆盖作物方式下节肢动物群落多样性指数时序变化

Figure 1 Dynamics of diversity index of arthropod community in tea orchard with different cover crops

表 1 茶园不同覆盖作物方式节肢动物群落组成

Table 1 Composition of arthropod community in tea orchard with different cover crops

节肢动物 Arthropod	CK		EZ		SZ		BZ	
	个体数 Individual number	占总体百分数 Percentage/%	个体数 Individual number	占总体百分数 Percentage/%	个体数 Individual number	占总体百分数 Percentage/%	个体数 Individual number	占总体百分数 Percentage/%
同翅目 Homoptera	71.7±7.5b	5.4	122.3±52.4ab	8.1	138.0±30.5a	7.9	127.0±15.6ab	8.5
鳞翅目 Lepidoptera	170.0±27.8b	12.8	225.3±9.9a	15.0	262.3±10.8a	15.1	239.0±22.7a	16.0
鞘翅目 Coleoptera	117.0±13.7a	8.8	121.3±18.3a	8.1	165.3±42.8a	9.5	115.0±27.6a	7.7
膜翅目 Hymenoptera	281.3±43.2a	21.2	318.0±26.5a	21.2	346.3±44.6a	19.9	282.0±31.7a	18.9
双翅目 Diptera	445.3±31.2a	33.5	446.0±57.7a	29.7	530.3±61.0a	30.5	438.3±87.5a	29.4
半翅目 Hemiptera	55.0±13.5a	4.1	95.0±27.5a	6.3	77.3±38.0a	4.4	65.6±21.5a	4.4
直翅目 Orthoptera	134.6±23.6a	10.1	125.6±20.2a	8.3	164.3±11.0a	9.4	164.0±48.7a	11.0
蜘蛛目 Araneae	54.3±13.8a	4.1	50.0±17.7a	3.3	55.3±15.1a	3.3	61.3±11.0a	4.1
合计 Total	1327	100	1502	100	1737	100	1491	100

注:同一行不同字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Lowercase letters in the same row indicate significant differences among treatments ($P < 0.05$).

4种处理下节肢动物群落多样性呈现高低交替现象,但在9月30日3种覆盖作物处理节肢动物群落多样性均高于自然留养杂草处理。

2.2.2 丰富度指数的时序变化

不同覆盖作物处理下节肢动物丰富度指数动态变化见图2。由图2可知,不同处理下茶园节肢动物的丰富度指数动态变化趋势基本一致,CK和BZ处理下茶园节肢动物群落丰富度随时间的推移呈现先保持相对稳定、再上升、再下降的趋势;EZ处理下茶园节肢动物群落丰富度随时间的推移呈现先上升、再下降、再上升的趋势;SZ处理下茶园节肢动物群落丰富度随时间的推移呈现先保持相对稳定、再上升的趋势。各处理的丰富度指数均在8月26日达到最高值,之后随着时间推移,EZ和SZ处理下节肢动物群落丰富度在最高值保持相对稳定,而CK和BZ处理节肢动物群落丰富度有下降趋势,但在9月30日3种覆盖作物处理下节肢动物群落丰富度均高于自然留养杂草处理。

2.2.3 均匀度指数的时序变化

不同覆盖作物处理下节肢动物均匀度指数动态变化见图3。由图3可以看出,CK处理茶园节肢动

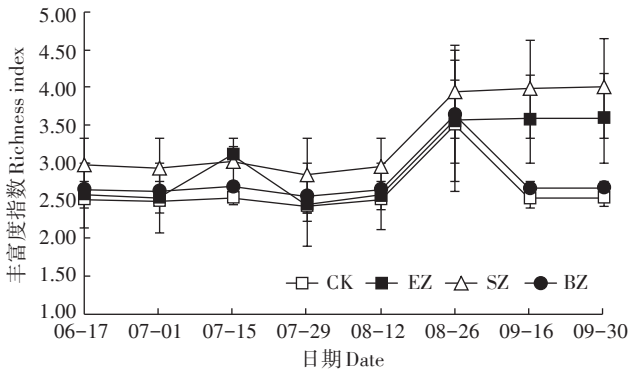


图2 茶园不同覆盖作物方式下节肢动物群落丰富度指数时序变化

Figure 2 Dynamics of richness index of arthropod community in tea orchard with different cover crops

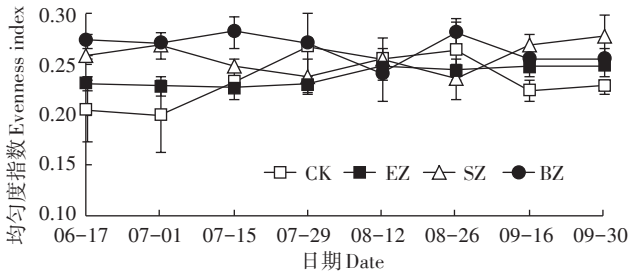


图3 茶园不同覆盖作物方式下节肢动物群落均匀度指数时序变化

Figure 3 Dynamic of evenness index of arthropod community in tea orchard with different cover crops

物群落均匀度随时间的推移呈现先上升后下降的趋势,EZ、BZ处理下茶园节肢动物群落均匀度基本保持稳定,SZ处理则随时间的推移呈现先上升、后下降、再上升的趋势;各处理节肢动物群落均匀度达到最高值的时间不同,CK处理在7月29日达到,3种覆盖作物处理达到时间均晚于自然留养杂草处理。

2.3 覆盖作物对茶园节肢动物群落结构的影响

不同覆盖作物处理下茶园节肢动物的群落结构见表2。由表2可知,与CK相比,EZ、SZ、BZ处理均显著提高了茶园节肢动物多样性指数($P<0.05$)。SZ处理的茶园节肢动物丰富度指数最大,且显著高于CK和BZ处理,而CK、EZ、BZ处理间差异不显著。SZ和BZ处理的均匀度指数差异不显著,但均显著高于CK和EZ处理,CK和EZ处理的均匀度指数差异不显著。

2.4 覆盖作物对茶园蜘蛛目和鞘翅目的影响

节肢动物鞘翅目中一些种类是农业、林业、果树和园艺的主要害虫或益虫。蜘蛛是许多农业害虫的天敌,保护和利用蜘蛛已成为生物防治的一项重要内容。由图4可知,蜘蛛目个体数表现为 $BZ>SZ>CK>EZ$,但各处理间无显著差异。鞘翅目个体数表现为

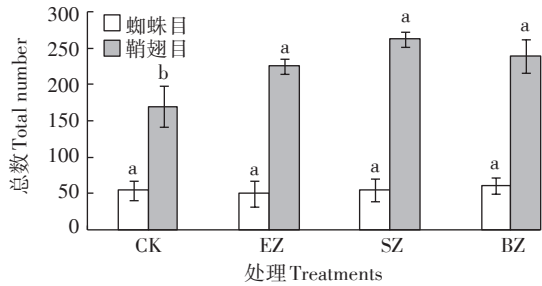
表2 不同处理茶园节肢动物的群落结构特征

Table 2 Structure characteristics of arthropod community in tea orchard with different cover crops

处理 Treatments	多样性指数 Diversity index	丰富度指数 Richness index	均匀度指数 Evenness index
CK	0.69±0.07b	2.63±0.12b	0.23±0.02b
EZ	0.77±0.05a	3.00±0.18ab	0.24±0.01b
SZ	0.84±0.08a	3.33±0.19a	0.26±0.02a
BZ	0.77±0.07a	2.76±0.12b	0.26±0.01a

注:同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences among treatments ($P<0.05$).



同一类目不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)
Different lowercase letters indicate significant differences among treatments ($P<0.05$)

图4 覆盖作物对茶园蜘蛛目和鞘翅目个体数的影响

Figure 4 Effects of cover crops on the number of Araneae and Coleoptera in tea orchard

SZ>BZ>EZ>CK, 与CK相比, EZ、SZ、BZ处理下鞘翅目数量显著增加32.52%、54.29%和40.58%, 但3种覆盖作物处理间无显著差异。

3 讨论

茶园种植面积扩大与单一化种植, 使茶园物种多样性降低, 虫害逐渐加重。长期使用化学农药使得某些害虫活动猖獗, 生态系统受到破坏。在果园合理安排覆盖作物, 能够为害虫天敌提供花粉、花蜜, 并且增加的植物能够成为其迁徙和繁衍的庇护地^[21]。苏朝安等^[22]研究发现植被的多样化可增加生境中节肢动物群落多样性, Farkas^[23]研究表明, 农田植被多样性的增加使害虫的死亡率升高。此外, Rivers等^[24]研究表明, 植物物种减少会通过食物网传递, 使节肢动物物种丰富度减少, 造成生态系统的营养结构转变。本研究发现, 不同处理间节肢动物群落的个体总数表现为SZ>EZ>BZ>CK。与自然留养杂草处理相比, 3种覆盖作物处理下茶园鳞翅目昆虫均显著增加。

节肢动物时序变化特征对茶园害虫防治具有重要的作用, 植物群落凋落物分解会影响节肢动物群落的多样性^[25]。3种覆盖作物与自然留养杂草条件下, 节肢动物群落多样性、丰富度和均匀度指数基本呈现相同的变化趋势, 这与孙梦潇等^[26]的研究结果基本一致。试验后期(9月30日)3种覆盖作物处理下节肢动物群落丰富度均高于自然留养杂草处理, 这可能是由于种植覆盖作物增加了茶园中植物多样性, 对昆虫的吸引增强。

有研究表明在一定区域内种植豆科植物可增加天敌数量, 种植菊科植物可控制害虫的发生^[27]。本研究发现, 不同覆盖作物处理间蜘蛛目数量无显著差异, 3种覆盖作物处理均显著增加了鞘翅目的数量, 与陈汉杰等^[21]的研究结果不完全一致, 这可能与引入的植物种类、搭配方式及调查时间等有关, 尚待进一步研究。

4 结论

(1)自然留草和覆盖作物下茶园节肢动物群落组成基本一致, 均表现为双翅目个体数最多, 蜘蛛目个体数最少。与自然留养杂草处理相比, 3种覆盖作物处理下茶园鳞翅目昆虫均显著增加, 黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶处理下茶园同翅目昆虫显著增加了92.47%。不同处理间鞘翅目、膜翅目、双翅目、半翅目、直翅目和蜘蛛目的个体数差异不显著。

(2)3种覆盖作物处理下节肢动物群落多样性指

数的最高值均高于自然留养杂草, 不同处理下节肢动物的丰富度指数动态变化趋势基本一致, 各处理的丰富度指数均在8月26日达到最高值, 9月30日3种覆盖作物处理的节肢动物群落丰富度均高于自然留养杂草处理。

(3)与自然留养杂草处理相比, 3种覆盖作物处理均显著提高了茶园节肢动物群落多样性指数。黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶处理的茶园节肢动物丰富度指数最大, 且显著高于其他处理, 黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶处理和黑麦草+白三叶+早熟禾+红三叶+紫羊茅+毛苕子+波斯菊+百日草处理的均匀度指数均显著高于对照和黑麦草+白三叶处理。

参考文献:

- [1] De Deyn G B, Raaijmakers C E, Zoomer H R, et al. Soil invertebrate fauna enhances grassland succession and diversity[J]. *Nature*, 2003, 422(6933): 711-713.
- [2] 顾松松, 胡秋龙, 龚志华, 等. 不同管理模式下茶园节肢动物的群落结构[J]. *贵州农业科学*, 2019, 47(5): 31-35.
GU Song-song, HU Qiu-long, GONG Zhi-hua, et al. Community structure of arthropods in tea plantations under different management modes [J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2019, 47(5): 31-35.
- [3] 董红芬, 李洪, 霍成斌, 等. 覆盖作物在玉米/大豆间作模式中的效应分析[J]. *玉米科学*, 2019, 27(3): 95-101.
DONG Hong-fen, LI Hong, HUO Cheng-bin, et al. Effect analysis of cover crops in maize/soybean intercropping model[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2019, 27(3): 95-101.
- [4] 刘晓冰, 宋春雨, Stephen J, 等. 覆盖作物的生态效应[J]. *应用生态学报*, 2002(3): 365-368.
LIU Xiao-bing, SONG Chun-yu, Stephen J, et al. Ecological effects of covering crops[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002(3): 365-368.
- [5] 肖润林, 彭晚霞, 王久荣, 等. 稻草覆盖对红壤丘陵茶园的生态调控效应[J]. *生态学杂志*, 2006, 25(5): 507-511.
XIAO Run-lin, PENG Wan-xia, WANG Jiu-rong, et al. Ecological regulation effects of straw mulching on hilly tea plantation in red soil [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(5): 507-511.
- [6] 徐华勤, 肖润林, 杨知建, 等. 不同培肥措施对红壤茶园土壤微生物碳的影响[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(7): 1009-1013.
XU Hua-qin, XIAO Run-lin, YANG Zhi-jian, et al. Effects of different fertilization measures on soil microbial biomass in red soil tea gardens[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(7): 1009-1013.
- [7] 董成森, 肖润林, 王久荣, 等. 亚热带丘陵区杉茶复合生态效应研究[J]. *中国生态农业学报*, 2006, 14(1): 198-202.
DONG Cheng-sen, XIAO Run-lin, WANG Jiu-rong, et al. Study on the complex ecological effects of Chinese fir in subtropical hilly region [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(1): 198-202.
- [8] 庞冬辉, 肖润林, 侯柏华, 等. 生态管理对茶园节肢动物群落结构和多样性的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2010, 18(6): 1272-1276.
PANG Dong-hui, XIAO Run-lin, HOU Bo-hua, et al. Effects of eco-

- logical management on community structure and diversity of arthropods in tea gardens[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2010, 18(6): 1272-1276.
- [9] 张觉晚, 孙少华. 茶园害虫-天敌群落结构多样性的研究[J]. 茶叶, 2003, 29(4):206-207.
- ZHANG Jue-wan, SUN Shao-hua. Study on the structure diversity of pests and natural enemies in tea garden[J]. *Journal of Tea*, 2003, 29(4):206-207.
- [10] 韩宝瑜. 三类型茶园昆虫和螨类群落组成和动态的差异[J]. 茶叶科学, 2005, 25(4):249-254.
- HAN Bao-yu. Differences in composition and dynamics of insects and mites in three typical tea gardens[J]. *Tea Science*, 2005, 25(4): 249-254.
- [11] 宋备舟. 间作芳香植物对苹果园节肢动物群落的影响[D]. 北京: 北京农学院, 2011.
- SONG Bei-zhou. Effects of intercropping aromatic plants on arthropod community in apple orchard[D]. Beijing: Beijing University of Agriculture, 2011.
- [12] 严毓骅, 段建军. 苹果园种植覆盖作物对于树上捕食性天敌群落的影响[J]. 植物保护学报, 1988, 15(1):23-27.
- YAN Yu-hua, DUAN Jian-jun. The effect of cover cropping in apple orchards on the predator community on the apple tree[J]. *Acta Phytolacica Sinica*, 1988, 15(1):23-27.
- [13] 宋备舟, 王美超, 孔云, 等. 梨园芳香植物间作区节肢动物群落的结构特征[J]. 中国农业科学, 2010, 43(4):769-779.
- SONG Bei-zhou, WANG Mei-chao, KONG Yun, et al. The structure characteristics of arthropod community in plots of pear orchard intercropped with different aromatic plants[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(4):769-779.
- [14] 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 Ping, LI Pin-wu, HOU Yu-jia. Study on the diversity of insect communities in tea gardens of different ecological types[J]. *Plant Protection*, 2006, 32(4):67-70.
- [15] 李慧玲, 郭剑雄, 张辉, 等. 茶园间作不同绿肥对节肢动物群落结构和多样性的影响[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(3):545-553.
- LI Hui-ling, GUO Jian-xiong, ZHANG Hui, et al. The effects of intercropping different green manure plants on the structure and diversity of arthropod communities in tea plantations[J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2016, 53(3):545-553.
- [16] 潘华栋. 柑橘园生草间作对节肢动物多样性影响研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2014.
- PAN Hua-dong. Effects of interplanting grass on arthropod community diversity in citrus orchard[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2014.
- [17] 亢菊侠, 蔡鹏, 吴雅茹. 不同品种猕猴桃园节肢动物群落特征及主要类群生态位分析[J]. 中国农业科技导报, 2020, 22(3): 152-159.
- KANG Ju-xia, CAI Peng, WU Ya-ru. Study on arthropod community structure characteristics and niche of the main groups in different kiwifruit varieties orchard[J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2020, 22(3): 152-159.
- [18] 邹运鼎, 李昌根, 毕守东, 等. 群落结构特征参数对葡萄园节肢动物群落作用的比较[J]. 应用生态学报, 2006, 17(6):1075-1080.
- ZOU Yun-ding, LI Chang-gen, BI Shou-dong, et al. Structural characteristics of arthropod community in grapevine[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(6):1075-1080.
- [19] 叶火香, 韩善捷, 韩宝瑜. 四种不同种植模式茶园节肢动物的群落组成[J]. 植物保护学报, 2016, 43(3):377-383.
- YE Huo-xiang, HAN Shan-jie, HAN Bao-yu. The composition of arthropod communities in four types of tea plantations with different planting patterns[J]. *Journal of Plant Protection*, 2016, 43(3): 377-383.
- [20] Han B Y. Time and spatial patterns, diversity and stability of insect community in tea gardens[J]. *Journal of Tea Science*, 1997, 17(1):27-32.
- [21] 陈汉杰, 张金勇, 陈冬亚, 等. 果园间作不同绿肥春季增殖害虫天敌的调查[J]. 果树学报, 2005, 22(4):419-421.
- CHEN Han-jie, ZHANG Jin-yong, CHEN Dong-ya, et al. Investigation on effects of growing green manure crops in an apple orchard on the population of natural enemies in spring[J]. *Journal of Fruit Science*, 2005, 22(4):419-421.
- [22] 苏朝安, 吴全聪, 禹海鑫, 等. 丽水市桃园生态护理区节肢动物的群落结构及生物多样性[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(1):40-44.
- SU Chao-an, WU Quan-cong, YU Hai-xin, et al. The community structure of arthropod and its biodiversity in ecological-nursing peach orchards in Lishui City[J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2008, 20(1):40-44.
- [23] Farkas E. Fitness trade-offs in pest management and intercropping with colour: An evolutionary framework and potential application[J]. *Evolutionary Applications*, 2015, 8(9):847-853.
- [24] Rivers A, Barbercheck M, Govaerts B, et al. Conservation agriculture affects arthropod community in a rainfed maize-wheat system in central Mexico[J]. *Applied Soil Ecology*, 2016, 100:81-90.
- [25] 晏静, 张国良, 张瑞海, 等. 黄顶菊凋落物分解对节肢动物群落结构的影响[J]. 生物多样性, 2016, 24(11):1288-1295.
- YAN Jing, ZHANG Guo-liang, ZHANG Rui-hai, et al. The effect of *Flaveria bidentis* litter decomposition on the structure of arthropod communities[J]. *Biodiversity Science*, 2016, 24(11):1288-1295.
- [26] 孙梦潇, 黄丹丹, 张杰, 等. 苹果园间作罗勒节肢动物功能群落的时序特征[J]. 北京农学院学报, 2019, 34(4):82-88.
- SUN Meng-xiao, HUANG Dan-dan, ZHANG Jie, et al. Dynamic effect of intercropping *Ocimum basilicum* on arthropod functional community in apple orchard[J]. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2019, 34(4):82-88.
- [27] 麦秀慧, 李树新, 熊锦君, 等. 生态因素与钝绥螨种群数量关系及应用防治桔全爪螨的研究[J]. 植物保护学报, 1984, 11(1):29-34.
- MAI Xiu-hui, LI Shu-xin, XIONG Jin-jun, et al. Studies on the relationship between the ecological factors and population of predaceous mite and its utilization for the control of citrus red mite[J]. *Journal of Plant Protection*, 1984, 11(1):29-34.