



# 不同间作方式对茶园生态环境及鲜茶叶品质的影响

肖秀丹<sup>1</sup>, 黄有成<sup>1</sup>, 汤星<sup>1</sup>, 张春蓓<sup>1</sup>, 龚发明<sup>2</sup>, 宋必军<sup>3</sup>, 黄友谊<sup>4\*</sup>

(1. 宜昌市夷陵区农业技术服务中心, 湖北 宜昌 443100; 2. 宜昌市夷陵区乐天溪镇农技中心, 湖北 宜昌 443100;  
3. 宜昌市夷陵区邓村乡农技中心, 湖北 宜昌 443100; 4. 华中农业大学园艺林学学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:**【目的】探明夷陵区茶-林、茶-果不同间作方式对茶园生态环境和鲜茶叶品质的影响,为夷陵区茶园科学间作提供参考。【方法】以纯茶园为对照(CK),选取夷陵区茶-山胡椒、茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树4种间作处理,分析不同间作处理茶树发芽密度、生态环境、土壤养分和鲜叶品质的差异。【结果】与纯茶园(CK)相比,4种间作方式对茶树芽密度均无显著影响;茶-山胡椒、茶-板栗间作对茶园温湿度影响不显著;茶-柚子、茶-杉树间作对湿度影响不显著,而对温度影响显著( $P < 0.05$ );茶-山胡椒间作对茶园光照强度影响不显著,茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树间作对光照强度影响显著( $P < 0.05$ );茶-杉树间作对茶园土壤水分影响显著( $P < 0.05$ ),茶-山胡椒、茶-柚子、茶-板栗间作对茶园土壤水分影响不显著。从调节茶园土壤看,土壤pH、有机质含量表现为茶-山胡椒、茶-板栗间作高于纯茶园,茶-柚子、茶-杉树间作低于纯茶园;碱解氮和速效磷含量表现为茶-杉树间作低于纯茶园,茶-山胡椒、茶-柚子、茶-板栗高于纯茶园;速效钾含量表现为茶-柚子、茶-板栗间作高于纯茶园,茶-山胡椒、茶-杉树间作低于纯茶园。从茶树鲜叶品质看,与纯茶园相比,4种间作方式均能降低茶多酚含量、提高游离氨基酸含量,极显著( $P < 0.01$ )降低酚氨比;茶-柚子间作对水浸出物含量影响极显著( $P < 0.01$ ),茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树间作对茶多酚含量影响显著( $P < 0.05$ ),4种间作对游离氨基酸含量影响极显著( $P < 0.01$ ),对糖类含量影响显著( $P < 0.05$ )。【结论】夷陵区茶-林(茶-山胡椒、茶-杉树)、茶-果(茶-柚子、茶-板栗)间作能够调节茶园的生态环境,改善土壤养分含量,提升茶树鲜叶品质,茶-果间作方式效果优于茶-林间作。

关键词: 茶园; 间作; 生态环境; 土壤养分; 茶叶品质

中图分类号: S571.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-3601(2023)11-0168-0025-08

## Effects of Different Intercropping Modes on Ecological Environment of Tea Garden and Quality of Fresh Tea

XIAO Xiudan<sup>1</sup>, HUANG Youcheng<sup>1</sup>, TANG Xing<sup>1</sup>, ZHANG Chunbei<sup>1</sup>,  
GONG Faming<sup>2</sup>, SONG Bijun<sup>3</sup>, HUANG Youyi<sup>4\*</sup>

(1. Department of Agricultural Technical Service in Yiling District of Yichang City, Yichang, Hubei 443100; 2. Agricultural Technology Center of Letianxi Town in Yiling District of Yichang City, Yichang, Hubei 443100; 3. Agricultural Technology Center of Dengcun Town in Yiling District of Yichang City, Yichang, Hubei 443100; 4. College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

**Abstract:**【Objective】The study aimed to explore the effects of different intercropping modes (tea-forest intercropping, tea-fruit tree intercropping) on ecological environment of tea gardens and fresh leaf quality, so that provided reference for scientific intercropping of tea gardens in Yiling District.【Method】Taking common tea garden as CK, four different intercropping systems, namely tea with lindera, tea with pomelo, tea with chestnut, tea with cedar in Yiling District, was set to analyze the differences in bud density, ecological environment, soil nutrient and quality of fresh tea leaves under different intercropping modes.【Result】Compared with CK, four intercropping modes had no significant effect on the bud density. Tea intercropping with lindera, tea intercropping with chestnut had no significant effect on temperature and humidity of tea garden. Tea intercropping with pomelo, tea intercropping with cedar had no significant influence on humidity, but had significant influence on temperature ( $P < 0.05$ ); Tea intercropping with lindera had no significant effect on light intensity of tea garden; Tea intercropping with pomelo, with chestnut and with cedar had significant effect on light intensity ( $P < 0.05$ ); Tea intercropping with cedar had obvious influence on moisture content in soil of garden, while tea intercropping with lindera, with pomelo and with chestnut had no significant influence on moisture

收稿日期: 2023-05-26

作者简介: 肖秀丹(1984-),女,农艺师,硕士,从事茶树栽培与品种选育研究。E-mail:375708906@qq.com

\*通信作者: 黄友谊(1973-),男,教授,博士,从事茶叶加工与生物技术研究。E-mail:youyi@mail.hzau.edu.cn

content in soil. From the perspective of adjusting the soil of tea garden, the soil pH and organic matter content of tea-lindera intercropping garden and tea-chestnut intercropping garden were higher than CK, while the soil pH and organic matter content of tea-pomelo and tea-cedar intercropping garden were lower than CK; Except the alkali-hydrolyzed nitrogen and available phosphorus of tea-cedar intercropping garden were lower than CK, other three intercropping modes all were higher than CK; The available potassium content of tea-pomelo and tea-chestnut intercropping garden was high than that of CK, while the available potassium content of tea-lindera and tea-cedar was lower than that of CK. From the perspective of the quality of fresh tea leaves, four intercropping modes all reduced the tea polyphenol content, increased free amino acid content and extremely decreased the tea polyphenols to amino acid ratio ( $P < 0.01$ ) compared with CK; Tea-pomelo intercropping mode had very significant impact on tea water extracts content ( $P < 0.01$ ); Tea-pomelo, tea-chestnut and tea-cedar intercropping modes had obvious influence on tea polyphenol ( $P < 0.05$ ); Four intercropping modes had extremely significant effect on free amino acid content ( $P < 0.01$ ), and had significant effect on sugar content ( $P < 0.05$ ). **【Conclusion】**Four intercropping systems (tea intercropping with forest; tea with lindera, tea with cedar; tea intercropping with fruit; tea with pomelo, tea with chestnut) could regulate the ecological environment of tea gardens, improve soil nutrient content and the quality of fresh leaves of tea plants. The effect of tea intercropping with fruit was better than the effect of tea intercropping with forest.

**Key words:** tea garden; intercropping; ecological environment; soil nutrients; quality of tea leaves

## 0 引言

**【研究意义】**茶产业是宜昌市夷陵区三大农业支柱产业之一,2022年夷陵区茶园面积 15 533.33 hm<sup>2</sup>,茶叶产量 3.58 万 t,产值 17.6 亿元。间套作是指同一块田地上,生长季节相近或相似的 2 种或 2 种以上作物按一定比例分行或分带种植,可提高自然资源的利用率,实现增产增效,缓解作物争地的矛盾,具有明显的生态效益和经济效益<sup>[1]</sup>。在茶园间作中,若间作物和茶树有不同生活习性,其对养分、水分、光照有不同的要求,若搭配适当,不仅能减少两者之间环境条件和养分利用上的矛盾,而且能促进茶树生长发育;若间作不合理,间作物和茶树会产生争肥、争水、争光等矛盾,不利茶树生长发育<sup>[2]</sup>。夷陵区茶园间作有茶-果、茶-林、茶-药等多种模式,但关于间作物对茶园影响的相关研究鲜有报道。因此,开展茶园不同间作方式研究,对夷陵区茶园的生态环境、土壤改良、品质改善及缓解茶园热害具有一定指导意义。**【前人研究进展】**茶园间作研究包括间作对茶园土壤养分、茶叶品质及茶园生长环境的影响等。孙云南等<sup>[3]</sup>研究不同间作物对茶园土壤养分影响表明,林-茶间作对土壤理化性状有明显改善作用。刘腾飞等<sup>[4-5]</sup>研究表明,果-茶、林-茶间作可以调节茶园微域气候,改变表层土壤中的有机质、

全氮、全磷、碱解氮、锌、铜、铁元素等含量,改善土壤水分和容重,降低茶叶酚氨比,提升茶叶营养品质。尧渝等<sup>[6-8]</sup>研究遮阴、间作对茶树光合生理、生态环境、夏茶品质影响表明,遮阴、间作可以提高茶树光合生理指标,有效改善光照条件,改善夏季生长环境,增强空气湿度,降低土壤温度,有利于茶树抗旱力和品质提高。**【研究切入点】**目前对夷陵区茶园间作的研究相对较少,间作方式对土壤和茶叶品质的影响少有报道。**【拟解决的关键问题】**通过探讨夷陵区现有的茶-山胡椒、茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树不同间作方式对生长环境、土壤和茶叶品质的影响,为指导茶农科学间作提供技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料及试验地概况

供试茶园为夷陵区 3 个茶叶主产乡(镇)的 4 个典型茶园,茶树品种均为宜昌大叶种。间作物为山胡椒、柚子、板栗、杉树,均为本地常见树种。夷陵区地处鄂西南,属鄂西山区向江汉平原过渡地带,平均海拔 700 m,年平均气温 12.0~17.1℃,无霜期 241~318 d,年降水量 1 100~1 300 mm,气候温暖、湿润、多雾、寡照,雨热同季,四季分明,茶区土壤以花岗岩风化的酸性黄壤、黄棕壤为主,pH 4.5~6.5,有机

质≥2%，土质深厚、疏松、肥沃，是优质绿茶的理想产地。

### 1.2 试验设计

根据本地茶园常见间作方式开展试验。

在 4 个典型茶园中设 4 种间作处理(表 1)，以各茶园相应的纯茶树区为对照(CK)，研究不同间作处理茶园生态环境及茶叶品质的变化。

表 1 供试茶园地理环境位置及间作试验设计

Table 1 Experimental design for geographical environment of tea garden and intercropping test

间作方式 Intercropping mode	茶园地点 Tea garden place	茶园海拔/m Elevation of tea garden	茶树		间作树		间作树密度/ (棵/hm <sup>2</sup> ) The density of intercropping tree	土壤类型 Soil type	遮光率/% Shading rate
			Tea tree		Intercropping tree				
			品种	树龄/a	间作树种	树龄/a			
茶-山胡椒 Tea-lindera	邓村乡黄金河村	565	宜昌大叶种	15	毛叶山胡椒	5	300	砂壤	50
茶-柚子 Tea-pomelo	乐天溪下岸溪村	267	宜昌大叶种	15	柚子	12	450	砂壤	50
茶-板栗 Tea-chestnut	乐天溪沙坪村	308	宜昌大叶种	29	板栗	15	300	砂壤	70
茶-杉树 Tea-cedar	太平溪龙潭坪村	248	宜昌大叶种	20	杉树	15	225	砂壤	30

### 1.3 测定项目及方法

2018 年 8 月中下旬采集茶园土样和鲜叶样。土壤采样时去除 0~10 cm 上层土，采集 10~25 cm 深度的土壤，每个处理随机采 3 个土样，样品采回后风干，用于理化分析。鲜叶采样与土壤采样同时进行，分别于间作园和相邻纯茶园各随机选取 3 个点采摘一芽二三叶，用微波炉固样(中高火 2~2.5 min)后放在烘箱(温度 80 ℃)烘干，粉碎后用于内含成分检测。茶园土壤 pH 采用电位法测定(水土比 2.5 : 1)，土壤有机质(OM)含量采用重铬酸钾容量-外加热法测定，碱解氮采用碱解扩散法测定，速效磷采用化学浸提法测定，速效钾采用溶液浸提-火焰光度法测定，水分含量采用浙江托普 TZS 水分测定仪测定。光照强度采用 TES 数位式照度计测定。

茶多酚含量测定参照 GB/T 8313—2008，游离氨基酸总量测定参照 GB/T

8314—2013，可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法<sup>[9]</sup>，水浸出物含量测定参照 GB/T 8305—87。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2010 进行数据分析，SPSS17.0 进行差异显著性分析，不同处理间平均值的比较采用最小显著差值法(LSD)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同间作方式茶园的茶芽密度与生态环境

从表 2 看出，不同间作方式茶园的茶芽密度与生态环境均存在一定差异。

2.1.1 茶芽密度 茶-山胡椒、茶-杉树间作茶树新梢的发芽密度高于相应对照，茶-柚子、茶-板栗间作茶树新梢发芽密度低于对照，但 4 种间作方式与其相应对照(纯茶园)的茶树芽密度均不存在显著性差异，表明不

表 2 不同间作方式茶园的茶芽密度、温湿度、光照强度和土壤水分含量

Table 2 Density of tea bud, temperature and humidity, light intensity and soil moisture content of tea garden with different intercropping modes

间作方式 Intercropping mode	茶园类型 Tea garden type	茶芽密度/ (芽/m <sup>2</sup> ) Density of tea bud	温度/℃ Temperature	湿度/% Humidity	光照强度 (×10000)/Lux Light intensity	土壤水分/% Soil moisture
茶-山胡椒 Tea-lindera	纯茶园(CK)	936.6 Aa	30.03 Cd	79.00 Aa	1.261 3 De	39.87 Aa
	间作园	1 193.8 Aa	30.00 Cd	80.67 Aa	0.989 7 De	37.67 Aa
茶-柚子 Tea-pomelo	纯茶园(CK)	1 166.2 Aa	33.63 Bc	79.83 Aa	5.086 7 Ce	26.97 BCb
	间作园	1 028.5 Aa	30.33 Cd	83.00 Aa	3.823 3 Cd	29.57 Bb
茶-板栗 Tea-chestnut	纯茶园(CK)	1 982.6 Aa	37.87 Aab	61.73 Bbc	8.370 0 Aa	25.87 BCbc
	间作园	890.7 Aa	36.50 Ab	65.67 Bb	6.656 7 Bb	25.90 BCbc
茶-杉树 Tea-cedar	纯茶园(CK)	1 101.9 Aa	38.63 Aa	53.33 Cd	7.933 3 ABa	23.07 Cc
	间作园	1 202.9 Aa	36.73 Ab	58.33 BCcd	1.315 0 De	28.07 BCb

注:同列数据后不同大小写字母分别表示差异极显著(P<0.01)和显著(P<0.05),下同。

Note: Different capital and lowercase letters in the same column indicate extremely significant difference and significant difference at P<0.01 and P<0.05 level, respectively. The same below.

同间作方式对茶树发芽密度影响不明显。

2.1.2 茶园生态环境 茶园生态环境包括空气温度、湿度、土壤水分及光照强度。温湿度:4种间作茶园的空气温度均低于其相应对照茶园,而空气湿度均高于对照茶园,与其相应对照比较,间作温度降幅在 0.03~3.30℃,湿度增幅在 1.67~5.00 百分点。茶-山胡椒、茶-板栗间作茶园与其相应对照的空气温湿度均不存在显著性差异,茶-柚子、茶-杉树间作茶园与其相应对照的空气湿度不存在显著性差异,茶-柚子间作茶园与其相应对照的空气温度存在极显著差异( $P < 0.01$ ),茶-杉树间作与其相应对照的空气温度存在显著性差异( $P < 0.05$ )。茶园光照强度:间作茶园的光照强度低于对照茶园,4种间作方式中,除茶-山胡椒间作园与对照的光照强度无显著性差异外,其他3种间作方式与对照存在显著( $P < 0.05$ )或极显著( $P < 0.01$ )差异,其中,茶-板栗、茶-杉树间作茶园与对照达极显著( $P < 0.01$ )差异。茶园土壤水分:茶-山胡椒间作茶园土壤水分低于其相应对照,其他3种间作土壤水分含量高于相应对照,可能与茶-山胡椒间作的对照茶园是由水田改造而来有关;茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树间作茶园与对照相比,水分含量增幅在 0.03~5.00 百分点,其中,茶-杉树间作茶园

土壤水分与相应对照差异达显著水平( $P < 0.05$ ),茶-山胡椒、茶-柚子、茶-板栗间作茶园与对照茶园土壤水分均不存在显著性差异。总体看,在夏秋茶时期,茶园合适的间作方式可有效调节茶园生态环境,有利于茶树生长,其中,茶-柚子间作方式降温最明显,茶-杉树间作和茶-柚子间作增加土壤水分明显。

2.2 不同间作方式茶园的土壤有机质和速效养分含量

从表3看出,4种间作茶园和纯茶园的土壤养分含量存在一定差异。

2.2.1 pH与有机质含量 茶-山胡椒、茶-板栗间作茶园的pH、有机质含量高于其相应对照,茶-柚子、茶-杉树间作茶园的pH、有机质含量低于对照,其中,茶-板栗间作pH是其对照的1.16倍,茶-山胡椒间作有机质含量是其对照的1.17倍。

2.2.2 碱解氮与速效磷 除茶-杉树间作外,其他3种间作茶园的碱解氮、速效磷含量较相应对照均上升,碱解氮含量上升幅度为茶-山胡椒>茶-板栗>茶-柚子,速效磷含量上升幅度为茶-板栗>茶-山胡椒>茶-柚子。茶-柚子、茶-板栗间作茶园速效钾含量高于相应对照,分别是对照的2.67倍和3倍,茶-山胡椒、茶-杉树间作茶园速效钾含量低于相应对照。

表3 不同间作方式茶园的土壤有机质和速效养分含量

Table 3 Organic matter and available nutrients in soil of tea garden with different intercropping modes

间作方式 Intercropping mode	茶园类型 Tea plantation type	pH	有机质含量/% Organic matter	碱解氮含量/ (mg/kg) Alkali-hydrolyzed nitrogen	速效磷含量/ (mg/kg) Available phosphorus	速效钾含量/ (mg/kg) Available potassium
茶-山胡椒 Tea-lindera	纯茶园(CK)	4.11	2.91	72.38	14.59	70
	间作茶园	4.22	3.40	125.02	23.15	50
茶-柚子 Tea-pomelo	纯茶园(CK)	4.98	1.77	23.03	14.26	30
	间作茶园	4.88	1.42	42.77	15.71	80
茶-板栗 Tea-chestnut	纯茶园(CK)	4.08	1.19	29.61	8.72	30
	间作茶园	4.74	1.53	69.09	24.17	90
茶-杉树 Tea-cedar	纯茶园(CK)	4.83	1.15	39.48	26.12	70
	间作茶园	4.73	0.97	16.45	10.45	60

2.2.3 土壤养分等级 茶-板栗和茶-山胡椒间作可缓解土壤酸化,增加土壤有机质含量,有效提升碱解氮、速效磷含量。茶-板栗间作能提升速效钾含量,茶-山胡椒间作茶园速效钾含量低于对照,说明山胡椒对钾元素

的消耗量较大。茶-杉树间作土壤有机质和速效养分含量均低于相应对照,可能与田块选取有关。结合王红娟等<sup>[10]</sup>提出的茶园土壤养分评价标准(表4),除茶-山胡椒间作茶园土壤养分含量基本达到I级茶园标准,其他茶园

表 4 茶园土壤养分分级标准

Table 4 Soil nutrient grading standards for tea gardens

养分种类	I 级	II 级	III 级
Nutrient type	Grade I	Grade II	Grade III
有机质/%	[2.1, +∞)	[1.5, 2.0)	[0, 1.5)
Organic matter			
碱解氮/(mg/kg)	[100, +∞)	[80, 100)	[0, 80)
Alkali-hydrolyzed nitrogen			
速效磷/(mg/kg)	[20, +∞)	[5.0, 20)	[0, 5.0)
Available phosphorus			
速效钾/(mg/kg)	[100, +∞)	[60, 100)	[0, 60)
Available potassium			

的土壤养分含量均在 II 级、III 级茶园标准,说明茶园土壤肥力状况差别较大,与农户施肥投入及肥料配比有一定关联。从增加土壤有机质和养分含量综合效果看,4 种间作方式表现为茶-板栗>茶-山胡椒>茶-柚子>茶-杉树。

### 2.3 不同间作方式茶树的鲜叶品质

从表 5 可知,不同间作方式茶树的鲜叶品质存在一定差异。水浸出物:茶-山胡椒、茶-板栗间作茶鲜叶水浸出物含量高于相应对照;茶-柚子、茶-杉树间作茶鲜叶水浸出物含量低于对照,其中,茶-柚子间作极显

表 5 不同间作方式茶树鲜叶主要内含物成分含量

Table 5 Main components in fresh tea leaves with different intercropping methods

间作方式	茶园类型	水浸出物/%	茶多酚/%	游离氨基酸/%	可溶性糖/%	酚氨比
Intercropping mode	Tea garden type	Water extracts	Tea polyphenol	Free amino acid	Soluble sugar	Tea polyphenols to amino acid ratio
茶-山胡椒 Tea-lindera	纯茶园(CK)	42.65±0.40 BCbc	13.20±0.09 ABab	1.90±0.05 De	3.83±0.04 Cd	6.94±0.16 Bb
	间作园	43.44±0.71 Bb	12.95±0.53 ABabc	2.11±0.02 Cd	4.07±0.06 BCbc	6.16±0.31 Cc
茶-柚子 Tea-pomelo	纯茶园(CK)	41.26±0.12 Cd	13.65±0.23 Aa	1.75±0.03 Ef	4.18±0.02 Bb	7.82±0.24 Aa
	间作园	38.08±0.15 De	11.36±0.11 CDde	2.18±0.03 Cd	3.33±0.03 De	5.22±0.11 Dd
茶-板栗 Tea-chestnut	纯茶园(CK)	41.51±0.34 Ccd	12.56±0.18 ABCbc	2.38±0.03 Bc	3.90±0.04 Ccd	5.28±0.04 Dd
	间作园	41.93±0.34 BCcd	10.78±0.35 De	3.23±0.03 Aa	3.44±0.10 De	3.34±0.13 Ee
茶-杉树 Tea-cedar	纯茶园(CK)	45.98±0.36 Aa	13.31±0.36 ABab	1.95±0.01 De	3.93±0.08 BCcd	6.83±0.19 BCb
	间作园	45.67±0.27 Aa	12.09±0.08 BCcd	2.48±0.01 Bb	6.70±0.05 Aa	4.88±0.02 Dd

## 3 讨论

我国早在唐朝就有林茶间作的记载,并在长期生产实践中建立了多种林木、果树与茶树间作的模式<sup>[11]</sup>。本研究中,4 种间作方式对茶树生长发芽密度有一定影响,但差异不显著性。在茶园环境方面,间作能够降低茶园空气温度,提高空气湿度,降低光照强度,增加茶园土壤水分含量。张昆等<sup>[12-13]</sup>研究表明,在夏秋高温季节间作可使茶园田间小气候得到明显改善,降低茶园光照强度和

著( $P<0.01$ )低于对照。茶多酚:4 种间作茶鲜叶的茶多酚含量均低于相应对照,其中,茶-柚子、茶-板栗与相应对照差异达极显著( $P<0.01$ )和显著( $P<0.05$ )水平。游离氨基酸:4 种间作茶园茶鲜叶的游离氨基酸含量均极显著( $P<0.01$ )高于相应对照,增幅为茶-板栗>茶-杉树>茶-柚子>茶-山胡椒。糖类:茶-山胡椒、茶-杉树间作茶鲜叶的糖类含量高于相应对照,其中,茶-杉树间作极显著( $P<0.01$ )高于对照;茶-柚子、茶-板栗间作极显著( $P<0.01$ )低于相应对照。酚氨比:4 种间作方式茶园的酚氨比均极显著( $P<0.01$ )低于相应对照。

综合看,4 种间作方式均可以改善茶叶品质,不同间作方式对茶多酚、游离氨基酸、糖类 3 种内含物的影响较为明显,对水浸出物影响不明显。其中,茶-板栗间作、茶-杉树间作方式对茶叶品质改善效果更好。

空气温度,增加空气相对湿度。王广铭<sup>[14]</sup>研究表明,栗-茶间作茶园比纯茶园更能有效改善茶园的光照条件,较纯茶园栽培能显著降低茶园内的气温、增加空气湿度、提高土壤水分含量。本研究进一步证实,茶-林、茶-果种植模式能够有效改善茶树生长环境,但是不同树种影响存在一定差异,茶-山胡椒、茶-柚子间作的茶园与茶-板栗、茶-杉树间作的茶园温度存在极显著差异,湿度存在显著差异;茶-板栗、茶-杉树间作园湿度存在显著性差异。茶-柚子、茶-杉树间作的茶园温度与其相

应纯茶园相比存在显著差异。

土壤有机质是影响土壤理化和生物特性的重要指标,对茶叶品质的形成具有重要作用<sup>[15]</sup>。本研究中,不同间作方式对茶园土壤养分含量的影响不同,与马占霞等<sup>[16-17]</sup>的研究结果一致。茶-板栗和茶-山胡椒间作可缓解土壤酸化,增加土壤有机质含量,有效提升碱解氮、速效磷含量;茶-板栗间作能提升速效钾含量,茶-山胡椒间作茶园速效钾含量低于对照茶园。茶-柚子间作、茶-杉树间作没有缓解土壤酸化,有机质含量没有提升。在茶园土壤养分含量方面,茶-柚子间作茶园土壤的碱解氮、速效磷、速效钾含量均提升,茶-杉树间作土壤养分含量均低于相应纯茶园。

本研究中,4种间作方式对茶鲜叶品质的影响明显。通过间作方式可以有效降低鲜叶茶多酚含量、提高游离氨基酸含量,降低酚氨比,提高茶叶品质,同时对茶叶糖类物质含量影响明显。杨清平等<sup>[18-20]</sup>研究表明,相对于纯茶园,复合式的茶园茶多酚含量降低、氨基酸含量显著提高,本研究与其一致。从间作树种看,茶-板栗间作、茶-杉树间作对于提高改善茶树鲜叶品质效果更好。

#### 4 结论

在夷陵区开展茶-林、茶-果(茶-山胡椒、茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树)不同间作方式对茶园生长环境、土壤和鲜叶品质的影响试验,分析不同间作方式对茶园发芽密度、生态环境、土壤养分和鲜叶品质的影响。与纯茶园相比,4种间作方式对茶树芽密度均无显著影响;茶-山胡椒、茶-板栗间作对茶园温湿度影响不显著,茶-柚子、茶-杉树间作对湿度影响不显著,对温度影响显著( $P < 0.05$ );茶-山胡椒间作对光照强度影响不显著,而茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树间作对茶园光照强度影响显著( $P < 0.05$ );茶-杉树间作对茶园土壤水分影响显著( $P < 0.05$ ),其他间作模式对茶园土壤水分影响不显著。在调节茶园土壤

养分方面,pH、有机质含量表现为茶-山胡椒、茶-板栗间作高于相应的纯茶园对照,茶-柚子、茶-杉树间作低于对照;碱解氮和速效磷含量表现为茶-杉树间作下降,茶-山胡椒、茶-柚子、茶-板栗上升;速效钾含量表现为茶-柚子、茶-板栗间作上升,茶-山胡椒、茶-杉树间作下降。在茶鲜叶品质方面,4种间作均能降低鲜茶叶的茶多酚含量、提高游离氨基酸含量,极显著( $P < 0.01$ )降低鲜茶叶的酚氨比;茶-柚子间作对水浸出物含量影响极显著( $P < 0.01$ ),茶-柚子、茶-板栗、茶-杉树间作对茶多酚含量影响显著( $P < 0.05$ ),4种间作对游离氨基酸含量影响达极显著水平( $P < 0.01$ ),对糖类含量影响达显著水平( $P < 0.05$ )。

综合看,不同间作方式在一定程度上能调节茶园生态环境,对温湿度的影响因树种而异,且对茶园温度影响更为显著,对光照强度影响明显,对茶树发芽密度、湿度、土壤水分影响不明显。不同间作方式对减缓土壤酸化、提高有机质含量、调节土壤养分含量方面趋势不一致。间作对茶树鲜叶中茶多酚、游离氨基酸、糖类3种内含物含量影响较为明显,对水浸出物含量影响不明显,间作能够有效提高茶树鲜叶品质。夷陵区茶林(茶与山胡椒、茶与杉树)、茶果(茶与柚子、茶与板栗)间作能够调节茶园的生态环境,改善土壤养分含量,提升茶树鲜叶品质,茶果间作效果优于茶林间作。

#### 参考文献 References:

- [1] 杨友琼,吴伯志.作物间套作种植方式间作效应研究[J].中国农学通报,2007,23(11):192-196.  
YANG Y Q, WU B Z. Research of intercropping benefit of crop intercropping systems [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007,23(11):192-196.
- [2] 童启庆.茶树栽培学[M].北京:中国农业出版社,2000:239-241.  
TONG Q Q. Tea cultivation[M]. Beijing:China Ag-

- ricultural Press, 2000:239-241.
- [3] 孙云南,梁名志,夏丽飞,等.不同间作物对茶园土壤养分的影响[J].西南农业学报,2011,24(1):149-153.
- SUN Y N, LIANG M Z, XIA L F, et al. Effects of intercropping different crops in tea garden on soil nutrients[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2011,24(1):149-153.
- [4] 刘腾飞,董明辉,张丽,等.不同间作模式对茶园土壤和茶叶营养品质的影响[J].食品科学技术学报,2017,35(6):67-76.
- LIU T F, DONG M H, ZHANG L, et al. Effects of different intercropping patterns on tea-planted soil and tea nutritional quality[J]. Journal of Food Science and Technology, 2017,35(6):67-76.
- [5] 刘洋,李亚莉,史佳,等.不同间作模式对茶叶品质的影响[C]//第十六届中国科协年会——分12茶学青年科学家论坛论文集.昆明:中国科学技术学会,2014:34-39.
- LIU Y, LI Y L, SHI J, et al. Impactive study on tea quality of different intercropping[C]//The 16th Annual Meeting of China Association for Science and Technology—12 tea Young Scientists Forum. Kunming: Chinese Society for Science and Technology, 2014:34-39.
- [6] 尧渝,张厅,马伟伟,等.不同间作模式对茶树光合生理及茶叶品质的影响[J].山西农业科学,2016,44(4):470-473.
- YAO Y, ZHANG T, MA W W, et al. Effects of different intercropping patterns on photosynthetic physiology characteristics of tea plants and tea quality[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2016, 44(4):470-473.
- [7] 杨洁,周毅,刘乃辉,等.栗茶间作对茶园生态环境及茶叶品质的影响[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2012,25(1):67-71.
- YANG J, ZHOU Y, LIU N H, et al. Influences of chestnut-tea intercrop tea garden on environment and tea quality [J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2012,25(1):67-71.
- [8] 肖润林,王久荣,单武雄,等.不同遮荫水平对茶树光合环境及茶叶品质的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(6):6-11.
- XIAO R L, WANG J R, SHAN W X, et al. Tea plantation environment and quality under different degrees of shading [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2007,15(6):6-11.
- [9] 钟萝.茶叶品质理化分析[M].上海:上海科学技术出版社,1989:373-374.
- ZHONG L. Physical and chemical analysis on tea quality[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1989:373-374.
- [10] 王红娟,龚自明,高士伟,等.湖北省茶园土壤养分状况评价[J].华中农业大学学报,2009,28(3):291-294.
- WANG H J, GONG Z M, GAO S W, et al. Evaluation of tea plantation soil nutrient status in Hubei Province [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2009,28(3):291-294.
- [11] 许燕,孙云南,肖星,等.不同间作物对茶树新梢营养元素的影响[J].南方农业学报,2012,43(8):1189-1192.
- XU Y, SUN Y N, XIAO X, et al. Effect of different intercrops on nutrient elements content in new shoots of tea tree [J]. Journal of Southern Agriculture, 2012,43(8):1189-1192.
- [12] 张昆,熊文,孙永明,等.林茶复合对茶园小气候和夏秋茶品质的影响研究[J].桑蚕茶叶通讯,2016(1):10-12.
- ZHANG K, XIONG W, SUN Y M, et al. Effect of forest-tea compound on microclimate and tea quality in summer and autumn [J]. Newsletter of Sericulture and Tea, 2016(1):10-12.
- [13] 巩雪峰,余有本,肖斌,等.不同栽培模式对茶园生态环境及茶叶品质的影响[J].西北植物学报,2008,28(12):2485-2491.
- GONG X F, YU Y B, XIAO B, et al. Effects of different cultivating modes of tea gardens on environment and tea quality [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2008,28(12):2485-2491.
- [14] 王广铭.信阳茶区栗茶间作模式对生态环境的影响[J].湖北农业科学,2012,51(11):2207-2211.
- WANG G M. Effects on chestnut-tea intercrop pattern of Xinyang tea garden on the ecological environment [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2012, 51(11):2207-2211.

- [15] 李小飞,孙永明,叶川,等.不同耕作深度对茶园土壤理化性状的影响[J].南方农业学报,2018,49(5):877-883.  
LI X F, SUN Y M, YE C, et al. Effects of various tillage depths on soil physical and chemical properties of tea plantation[J]. Journal of Southern Agriculture, 2018,49(5):877-883.
- [16] 马占霞,孙武,李鑫鑫,等.不同间作模式茶园对土壤理化性质和茶叶化学成分的影响[J].热带农业科学,2022,42(5):1-8.  
MA Z X, SUN W, LI X X, et al. The effects of different intercropping tea plantations on tea chemical components, soil physical and chemical properties[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2022,42(5):1-8.
- [17] 王丽娟,朱兴正,毛加梅,等.不同遮荫树种对茶园土壤和茶叶品质的影响[J].中南林业科技大学学报,2011,31(8):66-73.  
WANG L J, ZHU X Z, MAO J M, et al. Effects of different single shaded trees on soil and tea quality of different tree-tea intercrop gardens[J]. Journal of Central South University of Forestry&Technology, 2011,31(8):66-73.
- [18] 杨清平,毛清黎.猕猴桃与茶间作对茶园生态环境及夏秋茶产量和品质的影响[J].湖北农业科学,2013,52(11):2566-2568.  
YANG Q P, MAO Q L. Influence of kiwifruit-tea intercropping on tea garden ecological environment, yield and quality of tea in summer and autumns[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2013,52(11):2566-2568.
- [19] 秦志敏.遮光对丘陵茶园茶树产量指标及主要生化成分的影响[D].南京:南京农业大学,2011:31-33.  
QIN Z M. Effects of shading on the yield index and main biochemical components of tea in hilly tea plantation[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2011:31-33.
- [20] 杨海滨,盛忠雷,谢堃,等.不同栽培模式对山地茶园生态环境和茶叶品质的季节调控[J].西南农业学报,2015,28(4):1559-1563.  
YANG H B, SHENG Z L, XIE K, et al. Seasonal regulation of different cultivation mode on ecological environment and tea quality in hilly tea plantation[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2015,28(4):1559-1563.

(责任编辑:姜萍)