

不同遮荫树种对茶园土壤和茶叶品质的影响

王丽娟^{1,3}, 朱兴正², 毛加梅², 汪云刚², 刘德和², 高丽洪⁴, 唐建维¹

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303; 2. 云南省农业科学院 茶叶研究所, 云南 勐海 666201;
3. 中国科学院 研究生院 北京 100049; 4. 西双版纳州科技情报研究所 云南 景洪 666100)

摘要: 通过对杉木+茶、樟树+茶、山苍子+茶三种间作茶园的土壤状况(养分、水分、容重)和茶叶主要生化成分(氨基酸、茶多酚、儿茶素、水浸出物、咖啡碱)与纯茶园的比较分析, 结果表明: 樟+茶间作茶园和山苍子+茶间作茶园可有效提高表土层(0~20 cm)有机质和全氮含量, 并可改善土壤水分和容重, 而杉木+茶的土壤养分(全钾除外)和水分含量偏低; 三种间作茶园中茶叶的咖啡碱含量都高于纯茶园, 而茶多酚、儿茶素含量及酚氨比均低于纯茶园, 其中杉木+茶间作茶园的茶多酚和儿茶素含量和樟+茶间作茶园的酚氨比显著低于纯茶园(ANOVA, $p < 0.05$)。茶叶质量以樟+茶间作茶园中的茶叶品质最优。在三种间作茶园中, 樟+茶间作茶园和山苍子+茶间作茶园较杉木+茶间作茶园更适宜在气候条件相似的茶区推广种植。

关键词: 茶园; 复合生态系统; 土壤; 茶叶品质

中图分类号: S571.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-923X(2011)08-0066-08

Effects of different single shaded trees on soil and tea quality of different tree-tea intercrop gardens

WANG Li-juan^{1,3}, ZHU Xing-zheng², MAO Jia-mei², WANG Yun-gang², LIU De-he²,
GAO Li-hong⁴, TANG Jian-wei¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, Yunnan, China;

2. Tea Institute of Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Menghai 666201, Yunnan, China;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4. Xishuangbanna Institute of Scientific and Technological Information, Jinghong 666100, Yunnan, China)

Abstract: Comparisons between tea garden soil conditions (nutrient, water, bulk density) and main biochemical components of tea tree (amino acid, tea polyphenol, catechin, water extraction, theine) in the three gardens (China fir-tea, Camphor tree-tea, *Litsea pungens*-tea) and those in the monoculture tea garden were carried out in Menghai county, Xishuangbanna, Yunnan. The sample plots are with a size of 20 m × 25 m, and soil samples at five different soil layers (0~20 cm, 20~40 cm, 40~60 cm, 60~80 cm, 80~100 cm) in March and tea samples in May, 2010 were taken in each plots. The results show that Camphor tree-tea and *Litsea pungens*-tea intercrop gardens could improve the moisture content and organic matter and total nitrogen contents of the topsoil (0~20 cm), as well as reduced soil bulk density compared with monoculture tea gardens, but the soil nutrient (except for total potassium) and moisture contents were the lowest in China fir-tea garden among three intercrop tree-tea gardens. Concerning the tea quality, theine contents of tea were higher, and tea polyphenols and catechin content and the ratios of polyphenol and amino acid (TP/AA) of tea was lower in three different tree-tea intercrop gardens than that of tea in

收稿日期: 2011-01-10

基金项目: 中国科学院农业项目办公室项目 (KSCX2-YW-N-48-06) 和西双版纳州科技局项目 (YX200902)

作者简介: 王丽娟 (1985-), 女, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 主要从事植物生态学研究; E-mail: lijuan-as@163.com

通讯作者: 唐建维 (1964-), 男, 广西全州人, 博士, 副研究员, 主要从事植物生态学研究

monoculture tea gardens. Moreover, tea polyphenols and catechin content of tea in China fir-tea intercrop garden and the ratio of polyphenol and amino acid (TP/AA) of tea in Camphor tree-tea intercrop garden were significantly lower than that of tea in monoculture tea gardens. Consequently, the ratios of tea polyphenol and amino acid (TP/AA) of tea in four different tea gardens were ranked as monoculture tea garden > *Litsea pungens*-tea garden > China fir-tea garden > Camphor tree-tea garden, which showed that the tea quality of Camphor tree-tea garden was the best among four different tea gardens. The results indicate that Camphor tree-tea and *Litsea pungens*-tea intercrop gardens are more feasible to be planted than China fir-tea intercrop garden in tea production region within similar climate.

Key words: tea garden; agro-forestry system; soil; tea quality

茶树 *Camellia sinensis* 为多年生常绿叶用作物, 伴生于常绿阔叶林的群落之中, 经过长期发育, 形成了耐荫湿、喜漫散光的生活习性^[1-3]。然而由于盲目追求产量的提高, 林茶复合种植模式从 1950 年代初以来转化为大面积集中的单作茶园, 使得茶园土壤的理化和生物性状发生了一系列的变化^[4-5]。我国茶园主要分布于南方丘陵红、黄壤坡地, 由于气温高、雨水多、坡度大, 土壤酸化和淋溶侵蚀较其他地区更为严重^[6-7]。而土壤是影响茶树生长和茶叶品质形成的重要因子, 土壤的退化必然导致茶叶品质的下降^[8]。

为了改善单一种植导致的环境和茶叶质量问题, 近年来国内外不少学者广泛开展了关于林茶间作生态和经济效益的研究, 结果表明间作可以降低土壤容重、减少土壤侵蚀、提高土壤孔隙度、含水量及养分元素含量^[2, 9-11]; 间作茶园由于适当的遮荫, 单位面积的芽叶数和单芽叶重均高于纯茶园^[12-13], 且采摘期更长^[14]; 林茶间作条件下, 茶叶内的氨基酸、咖啡碱和水浸出物含量均有不同程度的增加^[15]。这些研究多集中于对一种遮荫树种+茶复合种植相对于纯茶园的优劣进行比较, 但是不同种植物之间存在不同的交互作用, 对农林复合系统中土壤的影响也不同^[16-18]。基于此, 本研究以西双版纳地区三种林茶复合种植模式为研究对象, 以纯茶园为对照, 比较分析在相同的管理方式和气候条件下, 不同上层遮荫树种对茶园土壤和茶叶品质的影响, 探讨不同林茶复合种植模式下茶园土壤和茶叶品质的变化特点及其影响因子, 以期对生态茶园建设和茶产业发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域自然概况

研究区位于西双版纳傣族自治州勐海县, 所建立 12 块样地分布在勐海乡曼真和曼扫村。该地区属热带、亚热带西南季风气候, 一年分为旱季、雨季和雾凉季 3 季, 3~5 月为旱季, 气温高, 雨量少; 6~10 月为雨季, 气候湿热, 集中了全年降水的 85%; 11~2 月为雾凉季, 降雨较少, 但早晚有浓雾, 空气湿度大。全年平均气温 18.6℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 6541.6℃, 最低温-3.5℃, 最高温 30.2℃, 年日照时数 1782~2323 hrs, 年均降雨量山区 1600~2400 mm, 半山区 1500~1600 mm, 坝区 1200~1400 mm, 年蒸发量 1505~1834 mm。土壤类型为赤红壤, pH 值在 5 左右。

2010 年 3 月在勐海县曼真和曼扫选取 4 种种植模式: 纯茶园 (I)、杉木 *Cunninghamia lanceolata* + 茶 (II)、樟树 *Cinnamomum pathenoxylum* + 茶 (III)、山苍子 *Litsea cubeba* + 茶 (IV), 样地基本特征见表 1。每种种植模式设置 3 个重复, 每块样地面积 20 m × 25 m。茶树在 2005 年统一种植, 品种为佛香 5 号, 种植规格为双行单株, 行距在 1~1.5 m 之间, 丛距约 0.3 m。在 2005 年之前, 样地中茶树品种为本地群体种。复合种植模式中, 遮荫树散生于茶丛中, 杉木+茶模式中, 每块样地内杉木平均为 24 株, 平均冠幅 3.1 m × 3.2 m; 樟+茶模式中, 每块样地内樟树平均为 19 株, 平均冠幅 3.8 m × 3.8 m; 山苍子+茶模式中, 每块样地内山苍子平均为 21 株, 平均冠幅 3.1 m × 3.0 m。

1.2 样品采集及测定方法

1.2.1 土壤水分、养分和容重测定

在每块样地的上、中、下 3 个坡位, 分别挖取 1 个 1 m 深的土壤剖面, 取样层次为 0~ 20 cm, 20~ 40 cm, 40~ 60 cm, 60~ 80 cm, 80~ 100 cm。另外, 在每个土层用环刀取原状土, 在 105 ℃ 下烘干、称重, 测其容重和含水量。将 3 个样点的土样按同层次等量混合, 置于室内自然条件下风干, 磨碎并过

60 目筛制样, 分别测定其有机质(O. M)、全氮(T. N)、全磷(T. P)、全钾(T. K)、水解氮(H. N)、有效磷(A. P)、有效钾(A. K) 含量。据 LY/ T 1999-07-15 标准, 有机质采用硫酸、重铬酸钾氧化- 外加热法测定; 全氮采用浓硫酸消解, 开氏定氮法测定; 全磷采用氢氧化钠碱熔- 钼锑抗比色法测定; 全钾采用氢氧化钠碱熔- 火焰光度计法测定; 水解氮采用碱解扩散法; 速效磷采用盐酸氟化铵钼锑抗比色法; 有效钾采用醋酸铵火焰光度计法。

表 1 纯茶园和不同林茶复合生态系统样地基本特征

Table 1 Characteristics of monoculture tea gardens and different tree-tea intercrop gardens

林地类型	样地号	地理位置	海拔 / m	坡向 / (°)	坡度 / (°)	坡位	土壤 pH
纯茶园	I - 1	2° 58' 66.3" N, 100° 25' 74.5" E	1 136	NE 10	5	下	4.54
	I - 2	2° 58' 29.0" N, 100° 25' 09.3" E	1 219	NE 10	17	上	4.21
	I - 3	2° 58' 30.2" N, 100° 25' 13.6" E	1 213	NE 10	15	下	4.28
杉木+ 茶	II - 1	2° 58' 26.3" N, 100° 25' 65.5" E	1 184	NE 10	8	上	4.39
	II - 2	2° 58' 29.4" N, 100° 25' 68.7" E	1 168	NE 10	8	中	4.44
	II - 3	2° 58' 32.5" N, 100° 25' 70.9" E	1 154	NE 10	8	下	4.49
樟树+ 茶	III- 1	2° 58' 45.5" N, 100° 25' 72.3" E	1 173	NE 10	5	下	4.77
	III- 2	2° 58' 34.0" N, 100° 25' 22.6" E	1 216	NE 10	7	上	4.59
	III- 3	2° 58' 32.0" N, 100° 25' 17.1" E	1 214	NE 10	7	上	4.69
山苍子+ 茶	IV- 1	2° 58' 36.8" N, 100° 25' 27.4" E	1 202	NE 20	5	中	4.62
	IV- 2	2° 58' 45.4" N, 100° 25' 02.2" E	1 216	WN 15	8	上	4.78
	IV- 3	2° 58' 46.7" N, 100° 25' 01.6" E	1 218	WE 10	10	上	4.78

1.2.2 茶叶品质测定

在每块样地的上、中、下 3 个坡位分别随机选 3 个点采摘 1 芽 1 叶和 1 芽 2 叶, 中高火(80 ℃ 以上) 微波炉杀青, 并在 80 ℃ 下烘 3 h 制成蒸青茶样, 粉碎后测定其水分、茶多酚、氨基酸、咖啡碱、水浸出物和儿茶素含量。水分测定采用烘箱法(GB/ T8304-87); 茶多酚测定采用分光光度法(GB/ T8313-87); 氨基酸测定采用氨基酸自动分析仪法(GB/ T8314-87); 咖啡碱测定采用紫外分光光度法/ 高效液相色谱法(GB/ T8312-87); 水浸出物测定采用杯量法(GB/ T8350-87); 儿茶素测定采用香荚兰比色法。

1.3 数据处理

使用 Excel 2003 计算各种种植模式下土壤各层次养分、水分含量和容重的平均值和标准误。统计分析采用 SPSS 16.0 进行单因素方差分析(one-way ANOVA)、t 检验及多重比较(LSD 法), 用标

记字母法表示差异水平。用 Sigmaplot 10.0 作图。

2 结果与分析

2.1 土壤养分含量

杉木+ 茶、樟+ 茶、山苍子+ 茶复合模式 3 种间作模式和纯茶园土壤养分含量测定结果表明(见图 1), 有机质、全氮、全磷及有效态的氮、磷、钾含量均随土壤深度的增加而呈明显的下降趋势, 但是全钾含量随土层深度的增加没有明显的变化(见图 1 d)。其中表土层(0~ 20 cm) 的养分含量受土地利用方式的影响最明显, 山苍子+ 茶模式的有机质和全氮含量高于纯茶园, 分别是纯茶园的 1.33 倍、1.19 倍, 樟+ 茶模式的有机质和全氮含量是纯茶园的 1.08 倍、1.2 倍, 而杉木+ 茶模式的有机质和全氮含量则低于纯茶园, 只有纯茶园的 63%、80%。杉木+ 茶模式的全磷含量略高于纯茶园, 樟+ 茶模式的全磷含量是纯茶园的 1.21 倍, 而山苍子+ 茶

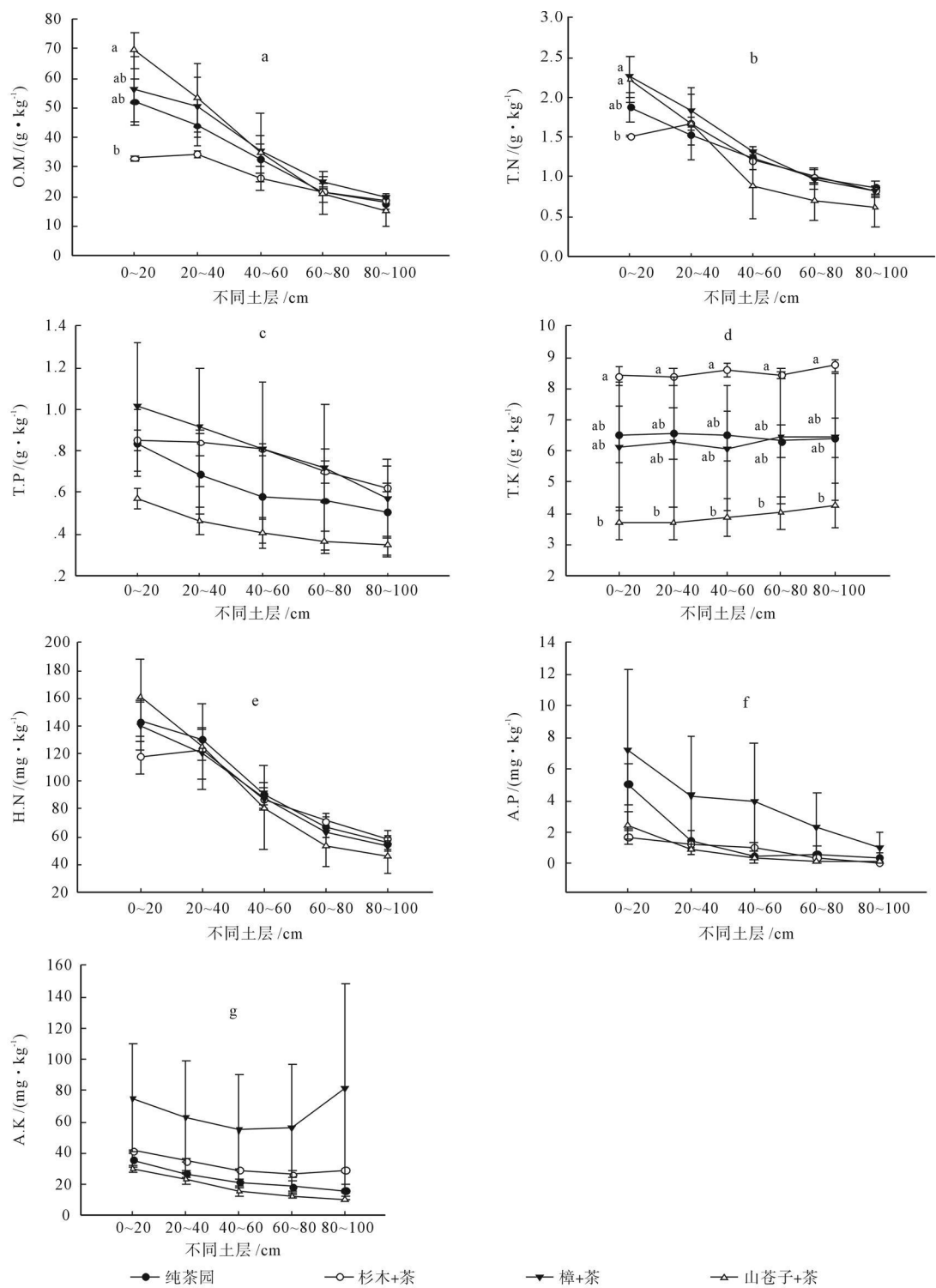


图 1 纯茶园与不同间作茶园模式不同土层的养分元素含量

Fig. 1 Nutrient content at different soil layers in monoculture tea garden and three different intercrop tea gardens

- 同一栏内不同字母表示处理间差异达 0.05 显著水平, 不标字母表示无显著差异。

模式只有纯茶园的 68%。全钾含量则以杉木+ 茶模式最高, 樟+ 茶模式略低于纯茶园, 山苍子+ 茶模式最低, 只有纯茶园的 57%。水解氮和全氮含量

都以山苍子+ 茶模式最高, 杉木+ 茶模式最低。有效磷和有效钾含量都以樟+ 茶模式最高, 杉木+ 茶的有效磷最低, 山苍子+ 茶模式的有效钾最低。在

复合模式中,杉木+茶模式的有机质含量显著小于樟+茶和山苍子+茶模式,全氮含量显著小于山苍子+茶模式,而山苍子+茶模式的全钾含量显著小于杉木+茶模式($ANOVA, p < 0.05$)。表明山苍子+茶和樟+茶模式可有效改善表层土壤中的有机质和全氮含量,杉木+茶模式表土层中的有机质和全氮较低,但是全钾含量显著提高。

2.2 土壤水分含量

不同间作模式和纯茶园的土壤含水量测定结果表明(见图2),0~40 cm的土壤含水量均随着土壤深度而增加;40 cm以下的土壤含水量除杉木+茶模式随着土壤深度的增加而增加外,山苍子+茶模式和纯茶园均随土壤深度呈现下降趋势,而樟树+茶模式则基本保持不变。但不同土壤层次的含水量在不同茶园组合模式则呈现不同的变化,在0~20 cm土层中,纯茶园土壤含水量为21%,稍高于樟+茶模式,略低于山苍子+茶模式(约4%)($ANOVA, p > 0.05$),但显著高于杉木+茶模式(7%)($ANOVA, p < 0.05$);在20 cm以下土层中,除60~80 cm土层纯茶园的土壤含水量稍高于杉木+茶模式,显著低于山苍子+茶模式($ANOVA, p < 0.05$)外,纯茶园的土壤含水量均略低于山苍子+茶模式及樟+茶模式的土壤含水量($ANOVA, p > 0.05$),并显著地大于杉木+茶模式的土壤含水量($ANOVA, p < 0.05$)。

在3个不同间作茶园模式中,除80~100 cm土层山苍子+茶模式与樟+茶模式的土壤含水量基本相同外,从0~20 cm到60~80 cm四个土层均以山苍子+茶模式最高,樟+茶模式次之,杉木+茶模式最低;而且山苍子+茶模式与樟+茶模式在各个层次中均无显著差异,但都显著大于杉木+茶模式($ANOVA, p < 0.05$)。上述结果表明:与纯茶园相比,山苍子+茶模式和樟+茶模式有利于土壤水分状况的改善和提高,而杉木+茶模式则不利于土壤水分的保持。

2.3 土壤容重

三种间作模式和纯茶园的土壤容重测定结果表明(见图3),不同茶园的土壤容重随土壤深度的增加呈现不同的变化趋势,山苍子+茶模式和纯茶

园的土壤容重随深度的增加而逐渐增加,而杉木+茶模式和樟+茶模式则呈现波浪式地波动。同时同一层次的土壤容重在不同茶园组合模式中也各不相同,0~20 cm土层中,纯茶园的土壤容重稍低于杉木+茶模式,略高于樟+茶模式,但显著地大于山苍子+茶模式($ANOVA, p < 0.05$);在20~40 cm土层中,虽然纯茶园的土壤容重同样稍低于杉木+茶模式,略高于樟+茶模式和山苍子+茶模式,但各茶园的土壤容重并无显著差异($ANOVA, p > 0.05$)。从40~60 cm土层开始,纯茶园的土壤容重虽然均大于3个间作茶园,但仅显著地大于樟+茶模式($ANOVA, p < 0.05$),与另外2个间作茶园的土壤容重并无显著差异($ANOVA, p > 0.05$)。

在3个间作茶园中,0~20 cm和20~40 cm两个土层的土壤容重以杉木+茶模式最大,樟+茶模式次之,山苍子+茶模式最小,除0~20 cm土层杉木+茶模式的土壤容重显著地大于山苍子+茶模式外,20~40 cm土层三个茶园间作模式的土壤容重无显著差异;自40~60 cm土层开始,均以樟+茶模式的土壤容重最小,除40~60 cm土层3个间作茶园的土壤容重无显著差异外,在60 cm以下两个层次中,樟+茶模式的土壤容重均显著地小于杉木+茶模式和山苍子+茶模式。以上结果表明,纯茶园和杉木+茶模式土壤较为紧实,透气性较差;而樟+茶模式和山苍子+茶模式的土质相对较为疏松,从而可改善土壤的通气 and 储水能力。

2.4 茶叶品质

对各样地中茶叶品质的测定结果表明(见表2),杉木+茶模式、樟+茶模式和山苍子+茶模式茶叶中的咖啡碱含量都略大于纯茶园,分别是纯茶园的102%、120%、101%,而茶多酚、儿茶素和水浸出物的含量都小于纯茶园,其中杉木+茶模式的茶多酚和儿茶素含量显著小于纯茶园($ANOVA, p < 0.05$),分别是其含量的85%和83%。三种间作模式的氨基酸含量是纯茶园的96%、104%、99%。对酚氨比的测定结果表明,纯茶园酚氨比最高为8.5,樟+茶模式最低为6.77,差异显著。表明樟+茶模式中的茶叶氨基酸和水分含量较高,酚氨比较低,品质最为优良。

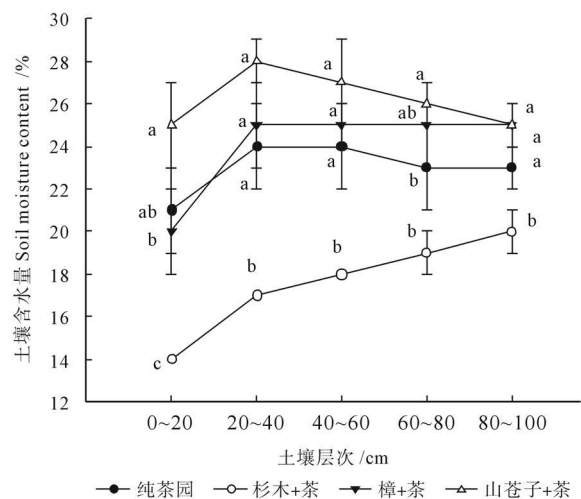


图 2 纯茶园与不同间作模式不同土层含水量

Fig. 2 Moisture content at different soil layers in monoculture tea gardens and three different intercrop tea gardens

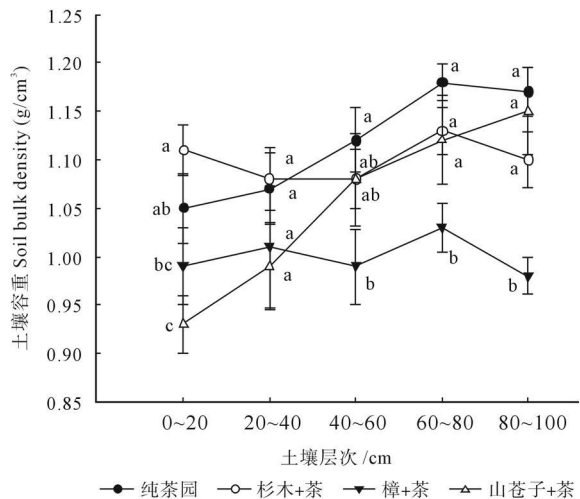


图 3 纯茶园与不同间作模式不同层次的土壤容重

Fig. 3 Soil bulk density at different soil layers in monoculture tea gardens and three different intercrop tea gardens

表 2 纯茶园与不同间作模式中蒸青茶样的主要生化成分

Table 2 Major biochemical components of steaming green tea in monoculture tea gardens and three different intercrop tea gardens

林地类型	咖啡碱 / %	茶多酚 / %	儿茶素 / %	氨基酸 / %	水浸出物 / %	酚氨比 P. / A
纯茶园	2.99 a (0.12)	30.29 a (1.10)	16.74 a (0.34)	51.99 a (0.44)	3.56 a (0.39)	8.5 a
杉木+ 茶	3.04 a (0.07)	25.81 b (1.11)	13.93 b (0.43)	50.4 a (0.60)	3.40 a (0.44)	7.59 a
樟+ 茶	3.58 a (0.33)	25.18 ab (2.31)	13.83 ab (1.60)	51.66 a (0.90)	3.72 a (0.11)	6.77 b
山苍子+ 茶	3.03 a (0.25)	28.75 ab (3.59)	15.55 ab (1.83)	51.43 a (0.81)	3.52 a (0.75)	8.17 a

- 括号中为标准误,同一栏内不同字母表示处理间差异达 0.05 显著水平,不标字母表示无显著差异。

3 讨 论

3.1 土壤主要养分元素含量分析

养分获取的“安全网”假说认为: 养分通过木本植物的凋落物和根周转被经济作物重复利用, 提高了系统的养分利用效率^[19]。同时, 上层木本作物也可以从深层土壤中或地下水分中吸收养分, 起到“养分泵”的作用^[20]。来自茶园生态系统的研究也表明: 复合茶园能够改善对茶叶生产有重要影响的土壤环境(养分和水分), 不同的茶树栽培和互作方式可通过影响凋落物的腐殖质化过程来提高土壤中的养分含量^[21], 从而提高茶树的养分和水分利用率。相对于纯茶园, 樟+茶和山苍子+茶复合模式可以提高土壤中的有机质和全氮含量, 但是未到显著水平。这不同于 Haggard 等^[22]的观点, 他们认为复合系统可以显著改善土壤的有机质和全氮含量。

根据 Oelbermann^[23] 和 Oelbermann^[24] 等分别对刺桐 *Erythrina poeppigiana* 和墨西哥丁香 *Gliricidia sepium* 的间作系统进行的研究表明: 10 年的间作系统中土壤有机质含量和单作系统间无显著差异, 而 19 年的间作系统和单作系统差异显著, 这充分说明间作系统中土壤有机质的变化和种植年限有紧密的关系。Young^[20] 也认为在热带地区, 对于单作所带来的土壤有机质含量的变化, 需要在至少已经种植了 10 年以上的系统中才能被检测到。三种间作模式的种植时间仅有 5 年。因此我们推断, 相对于纯茶园, 复合模式下土壤有机质差异不显著很有可能是由于种植年限不足所导致的。全氮含量在各土层的分布和有机碳有很大的相关性^[25], 因此有同样的趋势。

此外, 本研究还发现, 在复合模式中, 山苍子+茶模式表层土壤有机质和氮素以及樟+茶模式表层的氮素含量显著高于杉木+茶模式。不同的物

种之间在凋落物总量和分解速率之间有较强的差异,因此,物种组成的变化对土壤有机质动态和养分矿化有重要影响^[26]。而且在同一环境条件下,凋落物的化学组成是凋落物分解速率最重要的影响因素,在大部分气候带,常绿树种叶片养分浓度低且含有较多的次级代谢产物,其分解速率比落叶树种慢^[27]。杉木和樟树同为常绿树种,因此分解速率慢于落叶乔木山苍子;而且杉木凋落物中含有较多的纤维素和木质素等难分解物质^[28],C/N 较高,并以小枝条的形式整枝脱落^[29],使得杉木叶片凋落物分解速率较慢,养分归还量少。山苍子和樟树凋落物的分解速率可能相对较快,因此有二者存在的茶园中土壤速效成分和表层养分含量高于有杉木存在的茶园。土壤 pH 不仅通过影响养分的化学溶解度来影响其有效性,更重要的是土壤酸度直接影响微生物的活动,控制土壤中胶体的离子交换性能等,同时还影响茶树对养分的吸收率^[30]。在纯茶园中,茶园土壤富铝化进程使得茶园土壤随植茶年限的增加酸化逐步加强,养分元素大量流失^[6,31,32]。本实验中,樟+茶和山苍子+茶模式中土壤 pH 显著高于纯茶园和杉木+茶模式(见表1),可以促进土壤养分的矿化和有效性的发挥。因此,樟+茶和山苍子+茶模式表层土壤养分高于杉木+茶模式和纯茶园,一方面是由于较高的凋落物分解速率,另一方面是由于它们对土壤 pH 的改善促进了土壤养分的释放。

3.2 土壤水分含量分析

相对于纯茶园,山苍子+茶和樟树+茶模式可显著提高土壤含水量,而杉木+茶模式土壤含水量显著降低。这是由于:首先,杉木为速生树种,轮伐期短,消耗养分和水分较多^[33];其次,土壤除自身的保水机制外,还通过凋落物对水分的吸持和拦截、减少地表蒸发和雨水对土壤的冲刷等作用提高土壤含水量^[27,34];此外,针叶凋落物含有较多的油脂,对水分有排斥作用,不易吸持和储存水分,因此针叶林凋落物的持水量比阔叶林低^[35]。本实验中,杉木+茶模式中枯枝落叶层现存量较山苍子+茶和樟树+茶模式低,不仅使生物对土壤的改良作用减弱,同时还造成土壤结构不良,使茶园的持水能力下降,进而影响到土壤的水源涵养能力。

3.3 土壤容重分析

土壤容重不仅直接影响到土壤孔隙度与孔隙大小分配、土壤穿透阻力及水肥气热变化,还会显著影响土壤通气性、持水性和坚实度等^[8,36]。樟+茶和山苍子+茶模式中的凋落物较易被微生物分解,可以增加土壤中腐殖质含量,促进土壤团粒结构形成,因而可以降低土壤容重,有效改善茶园中的土壤结构。而杉木+茶模式中,杉木生长较为迅速,吸收水分、养分较多,土壤易发生板结^[37],而且凋落物量低且分解缓慢,土壤容重较高。纯茶园由于枯枝落叶较少,而且地面无遮荫,土壤经阳光暴晒而板结,因而使容重增加。

3.4 茶叶品质分析

已有研究表明,间作茶园中适度的遮荫条件使茶叶中的咖啡碱含量升高,茶多酚和儿茶素含量下降^[15,38,39],本研究存在同样的变化趋势。间作茶园树木适度遮荫,改变光、温、湿等条件,一方面使氮代谢加强,含氮化合物增加,另一方面使茶树呼吸代谢和酶系统活性减弱,茶多酚合成受阻^[40-41],使茶多酚含量下降。由于多酚类物质含量降低,而氨基酸总量增加,使酚氨比变小,这样可以减少绿茶苦涩味,使茶汤鲜爽,香气高^[41-42]。本实验中樟+茶模式中的茶叶氨基酸含量较高,酚氨比较低,品质最为优良。

4 结 论

单一遮荫树种复合模式中,因间作树种不同,对土壤和茶叶品质产生的影响也不同:相对于纯茶园,山苍子+茶间作模式可显著提高表土层中有机质和全氮含量,并能改善土壤水分状况;樟树+茶间作模式有利于降低土壤容重,增加土壤的通气性能,缓解纯茶园中土壤酸化强度,而且茶叶品质较优;杉木+茶间作模式中土壤养分(全钾除外)、水分含量偏低,茶叶中的茶多酚和儿茶素含量明显低于纯茶园。表明在3种复合生态茶园中,樟+茶间作茶园和山苍子+茶间作茶园较杉木+茶间作茶园更适宜在气候条件相似的茶区推广种植。

参考文献:

- [1] 王正周. 茶林复合茶园的生态优势[J]. 蚕桑茶叶通讯, 1995, 3: 32- 34.
- [2] 田永辉, 吴德明. 人工生态茶园生态效应研究[J]. 茶叶科学, 2001, 21(2): 170- 174.
- [3] 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.
- [4] 童雄才. 茶园土壤的演变趋向[J]. 蚕桑茶叶通讯, 1990, 3: 8- 12.
- [5] 薛建辉, 唐荣南. 林茶复合经营研究与应用[J]. 世界林业研究, 1996, 9(6): 45- 50.
- [6] 廖万有. 我国茶园土壤物理性质研究概况与展望[J]. 土壤, 1997, 29(3): 121- 124.
- [7] 韩文炎, 石元值, 马立峰. 茶园钾素研究进展与施钾技术[J]. 中国茶叶, 2004, 26(1): 22- 24.
- [8] 陈子聪, 颜明娟, 林 琼, 等. 茶园土壤物理性状对茶叶品质的影响[J]. 茶叶科学技术, 2009, 3: 12- 15.
- [9] 周文发. 茶桐间作改善沿江丘陵茶园生态环境[J]. 茶叶机械杂志, 2001, 1: 27.
- [10] 张 洁, 刘桂华. 板栗茶树间作模式的生态学基础[J]. 经济林研究, 2005, 23(3): 1- 4.
- [11] 肖润林, 彭晚霞, 宋同清, 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.
- [12] 倪善庆, 竺肇华. 茅山地区桐茶间种生态及经济效益的研究[J]. 江苏林业科技, 1990, 17(2): 1- 10.
- [13] 唐荣南, 汤兴陆. 松茶间作茶树叶片解剖构造和气孔活动[J]. 应用生态学报, 1991, 2(3): 201- 206.
- [14] 傅松玲, 张 桦, 刘胜清. 茶林间作效益分析[J]. 茶叶通报, 1996, 18(4): 27- 28.
- [15] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 1979: 8.
- [16] 陈 亮. 试论我国茶园间作的类型和利弊[J]. 茶叶, 1991, 17(4): 1- 4.
- [17] 李 杰, 彭方仁. 农林复合系统种群互作研究进展[J]. 世界林业研究, 1999, 12(5): 10- 14.
- [18] 秦 娟. 植物之间互作效应及其生理机制[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(3): 225- 230.
- [19] Gray B, Rowe C. Safety-net health plans: a status report[J]. Health Affairs, 2000, 19(1): 185.
- [20] Young A. Agroforestry for soil management[J]. 1997: 24.
- [21] 田永辉. 人工生态茶园的机质和氮磷钾动态变化研究[J]. 茶叶, 2001, 27(3): 27- 30.
- [22] Haggard J, Tanner E, Beer J, et al. Nitrogen dynamics of tropical agroforestry and annual cropping systems[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1993, 25(10): 1363- 1378.
- [23] Oelbermann M, Voroney R P, Kass D C L. *Gliricidia sepium* carbon inputs and soil carbon pools in a Costa Rican alley cropping system[J]. International Journal of Agricultural Sustainability, 2003, 8(2): 11- 21.
- [24] Oelbermann M, Voroney R, Kass D. *Gliricidia sepium* carbon inputs and soil carbon pools in a Costa Rican alley cropping system[J]. International Journal of Agricultural Sustainability, 2005, 2(1): 33- 42.
- [25] Jobbagy E, Jackson R. The distribution of soil nutrients with depth: global patterns and the imprint of plants[J]. Biogeochemistry, 2001, 53(1): 51- 77.
- [26] Aber J, Melillo J, McLaugherty C. Predicting long-term patterns of mass loss, nitrogen dynamics, and soil organic matter formation from initial fine litter chemistry in temperate forest ecosystems[J]. Canadian Journal of Botany, 1990, 68(10): 2201- 2208.
- [27] 崔启武, 边覆刚, 史继德, 等. 林冠对降水的截留作用[J]. 林业科学, 1980, 16(2): 141- 146.
- [28] 胡承彪, 韦源连. 两种森林凋落物分解及其土壤效应的研究[J]. 广西农业大学学报, 1992, 11(4): 47- 52.
- [29] 王清奎, 汪思龙, 于小军, 等. 杉木与阔叶树叶凋落物混合分解对土壤活性有机质的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(6): 1203- 1207.
- [30] 廖万有. 茶园土壤养分动态特点及其调节[J]. 福建茶叶, 1996, 4: 25- 27.
- [31] 吴 洵. 茶园土壤酸化及防治[J]. 茶叶通讯, 1990, 4: 22- 23.
- [32] 彭 萍, 杨水平, 李品武, 等. 植茶对土壤环境效益分析研究[J]. 茶叶科学, 2007, 27(3): 265- 270.
- [33] 刘世农, 余 泓, 李曙明, 等. 杉阔混交林地土壤肥力研究综述[J]. 林业科技开发, 2005, 19(5): 4- 6.
- [34] 潘开文, 何 静, 吴 宁, 等. 森林凋落物对林地微生境的影响[J]. 应用生态学报, 2004, 15(1): 153- 158.
- [35] 张德强, 叶万辉. 鼎湖山演替系列中代表性森林凋落物研究[J]. 生态学报, 2000, 20(6): 938- 944.
- [36] 李志洪, 赵兰坡, 冀 森. 土壤学[M]. 化学工业出版社, 2005: 147.
- [37] 王光玉. 杉木混交林水源涵养和土壤性质研究[J]. 林业科学, 2003, 39(1): 15- 20.
- [38] 董成森, 肖润林, 彭晚霞, 等. 亚热带红壤丘陵茶区茶- 杉复合系统生态经济效益探析[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 198- 202.
- [39] 舒庆龄, 赵和涛. 不同茶园生态环境对茶树生育及茶叶品质的影响[J]. 生态学杂志, 1990, 9(2): 13- 17.
- [40] 陆松侯, 师兆鹏. 茶叶审评与检验(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 56- 57.
- [41] 唐 茜, 廖长力, 单虹丽. 川西茶区几种茶林(果)复合生态系统生态效应的初步研究[J]. 四川农业大学学报, 2004, 22(1): 41- 44.
- [42] 王恒明, 吴凌志, 周茂山. 栗茶间作对北方茶树生长及绿茶产量品质的影响[J]. 中国农业气象, 2005, 26(2): 139- 141.

[本文编校: 文凤鸣]