

# 核桃林地间种模式对土壤理化性质的影响

贾代顺<sup>1</sup>, 宁德鲁<sup>2</sup>, 卯吉华<sup>1</sup>, 肖良俊<sup>2</sup>, 马婷<sup>2</sup>, 景跃波<sup>2</sup>

(1. 云南省林业科学院 油茶研究所, 云南 广南 663300; 2. 云南省林业科学院 经济林研究所, 云南 昆明 650201)

**摘要:**以8年生漾濞大泡核桃幼林地为研究对象,以芋头、辣椒、玉米、茶叶4种作物为间种作物,采用实地采样和试验测定分析相结合的方法,对核桃林地不同间种模式下的土壤理化性质进行了比较分析,以期探讨适合核桃林地的最佳间种模式及核桃高效栽培技术的集成提供理论依据。结果表明:间种能改善核桃林地土壤理化性质,且间种芋头的效果最好,为核桃林地最佳间种模式;其次是间种辣椒,为核桃林地比较适宜的间种模式;而间种玉米及茶叶,不利于改善核桃林地土壤理化性质。

**关键词:**间种模式;核桃林地;土壤理化性质

**中图分类号:**S 664.106<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0172-05

间种能够改良土壤理化性状<sup>[1]</sup>。农林间种又称混农林业(Agroforestry),是在同一块土地中,人为地把多年生木本植物与其它栽培材料,在空间上或时间上按经营管理的需要安排在一起而进行土地管理技术系统的综合。农林间种是新型的土地利用方式,在综合考虑社会效益、经济效益和生态效益的前提下,将林业生产有机结合于农业生产系统中,具备为社会提供粮食、饲料和其它一些林副产品的功能优势<sup>[2]</sup>。间种能保证自然资源的可持续发展,并逐步形成农业和林业研究的新领域和新思维<sup>[3]</sup>。农林间种系统具有强大的生命力,在世界各国,尤其是在发展中国家得到了广泛的应用<sup>[4]</sup>。

农林间种是综合经营管理土地,提高土地利用率的

主要途径之一,也是推进农、林业可持续发展的主要方式<sup>[5-6]</sup>。农林间种在解决耕地减少、资源短缺、农林竞争矛盾等方面有不可替代的作用<sup>[7]</sup>;对土壤质量的维持和改善具有长期和稳定的作用,是实现我国农业和林业可持续发展的重要途径<sup>[8]</sup>;对改善农业生态环境、提高自然资源利用率、增加农民收入、促进生态和经济协调发展等方面具有重大意义<sup>[9]</sup>。截至目前,在云南高原山区,核桃不同间种模式对林地土壤理化性质的影响研究几乎还是个空白。该研究旨在为核桃高效栽培技术的组装集成及云南核桃产业的健康、可持续发展提供基础理论依据和决策依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于临沧市临翔区凤翔镇大竹棚村,属亚热带低纬度山地季风气候,立体气候显著,海拔1 650 m。年平均气温17.2℃。最热月份(6月)平均气温21.2℃,最冷月份(1月)平均气温10.7℃;日照时数2 000 h,无霜期240 d;年降雨量920~1 600 mm;土壤为棕红壤,土层相对较厚,质地较粘重,肥力较差,呈酸性。试验地底土样

**第一作者简介:**贾代顺(1975-),男,硕士,工程师,现主要从事经济林培育及高效示范栽培等研究工作。E-mail: 979498166@qq.com.

**责任作者:**景跃波(1974-),女,云南个旧人,博士,副研究员,现主要从事森林微生物和菌根学等研究工作。

**基金项目:**国家科技支撑计划子专题资助项目(2011BAD46B01-5)。

**收稿日期:**2016-04-18

at 667 m<sup>2</sup> raising 40 chickens, while those of Jiangyan, were even lower than that of CK appeared at 667 m<sup>2</sup> raising 40—80 chickens; soil Cr maximum content of Suqian and Jiangyan appear at 667 m<sup>2</sup> raising 10 chickens, Xinghua appeared at 667 m<sup>2</sup> raising 80 chickens and Taizhou appeared at 667 m<sup>2</sup> raising 60 chickens, the maximum value reached to 28.36%. It indicated that 'peach-chicken' breeding combination mode could increase the heavy metal content in soil, but which were lower than soil environmental quality standard (GB15618-1995). Therefore, the realization of 'peach-chicken' combination mode could make full use of the space, improve economic efficiency, and would not cause the risk of heavy metal pollution of soil.

**Keywords:** 'peach-chicken' ecological stocking; soil; heavy metal; effect

表 1

试验林地底土样理化性质基本状况

Table 1

Basic parameters of soil physical characteristics of experimental plantation

土层	土壤自然含水量	最大饱和水	田间持水量	土壤容重	土壤孔隙度	pH	有机质含量	有效养分含量	Active ingredient content		
Soil	Natural moisture	Maximum saturated	Field water holding	Soil bulk density	Soil porosity				/(mg · kg <sup>-1</sup> )		
/cm	content of soil/%	water/(g · kg <sup>-1</sup> )	capacity/(g · kg <sup>-1</sup> )	/(g · cm <sup>-3</sup> )	/%		/(g · kg <sup>-1</sup> )	N	P	K	
0~40	26.2	178.35	140.54	1.25	42.21	4.56	36.735	126	106.2	86.9	

于 2011 年 10 月采集并测定,为方便分析,该试验将采集测定时间设定为 2014 年 1 月,底土样基本情况见表 1。

## 1.2 试验材料

供试核桃树为 2006 年种植的 8 年生漾濞大泡核桃 (*Juglans sigillata* ‘Yangpao’),占地 1.33 hm<sup>2</sup>,核桃树株行距为 8 m×8 m。供试的芋头、辣椒、玉米、茶叶均为当地农家品种。

## 1.3 试验方法

试验采用随机区组设计,设 5 个处理,处理 1(CK):清耕,处理 2:间种芋头,处理 3:间种辣椒,处理 4:间种玉米,处理 5:间种茶叶。每处理 3 次重复,每处理占地面积 1 333.4 m<sup>2</sup>。2014 年 1 月对每个小区核桃林地行间进行翻耕(核桃+茶叶除外,茶叶已种植多年)。同年 4 月,分别于核桃树行间间种芋头、辣椒、玉米和清耕。4 种作物交叉进行,即一块芋头,一块辣椒,一块玉米,一块清耕,直到 3 次重复轮完。芋头种植株行距为 50 cm×50 cm,辣椒为 30 cm×30 cm,玉米为 40 cm×40 cm。以本底土样(本底土样采集测定时间是 2011 年 10 月)为对照,进行比较分析。样品采集:对 5 个处理分别采样,在间种完的试验地中,于 2014 年 5 月采集第 1 次土样,在每个重复中各取 7 个点,即在 S 型的起点、终点和中心点来取样。采集土样深度是 0~40 cm,土样取混合样和环刀样。2014 年 10 月第 2 次采集土样,采集方法同第 1 次。

## 1.4 项目测定

将采集回的土壤样品作室内测定分析,测定土壤水分、最大饱和水、自然含水量、田间持水量、容重、孔隙度、pH、有机质含量,以及速效氮、磷、钾的含量等<sup>[10]</sup>。

## 1.5 数据分析

采用 Microsoft Excel 2007 软件建立原始数据表,进行单因素图表分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同间种模式对核桃林地土壤物理性质的影响

2.1.1 对土壤水分的影响 土壤水分是影响土壤肥力的四大要素之一。它影响着土壤中养分的分布、转化和有效性以及土壤的通气状况,是反映土壤水分状况的重要指标,与土壤的保水、供水有密切关系。由图 1(a)可知,不同间种模式土壤自然含水量的变化总体趋势基本一致,1—5 月增加的较快,5—10 月增加的相对较慢;尤其是处理 2 的效果最明显,10 月达最大值,为 33.4%,比

对照增加了 27.5%,显著增加了土壤自然含水量,为核桃林地理想的间种模式;其次是处理 3,也较大幅度增加了土壤自然含水量;而处理 4 和处理 5,虽大于对照,但增幅不明显。不利于增加土壤自然含水量,为较差间种模式。图 1(b)表明,不同间种模式下土壤最大饱和水的含量变化有差异,处理 2 的土壤最大饱和水含量从 1—5 月快速增大,达到最大值 211.04 g · kg<sup>-1</sup>,5—10 月呈缓慢下降的趋势;处理 3 一直呈逐渐增大的趋势,到 10 月达最大值为 208.25 g · kg<sup>-1</sup>;处理 2 和处理 3 的土壤最大饱和水含量在全年中显著高于对照,增幅分别达 14.7%、16.8%,为核桃林地理想的间种模式。而处理 4 和处理 5 大于对照,但增幅不明显,不太利于土壤最大饱和水的积累,生产中应避免这 2 种间种模式。图 1(c)表明,不同间种模式下土壤田间持水量有差异,随时间的推移含量呈逐渐增大的趋势,处理 2 和处理 3 在全年

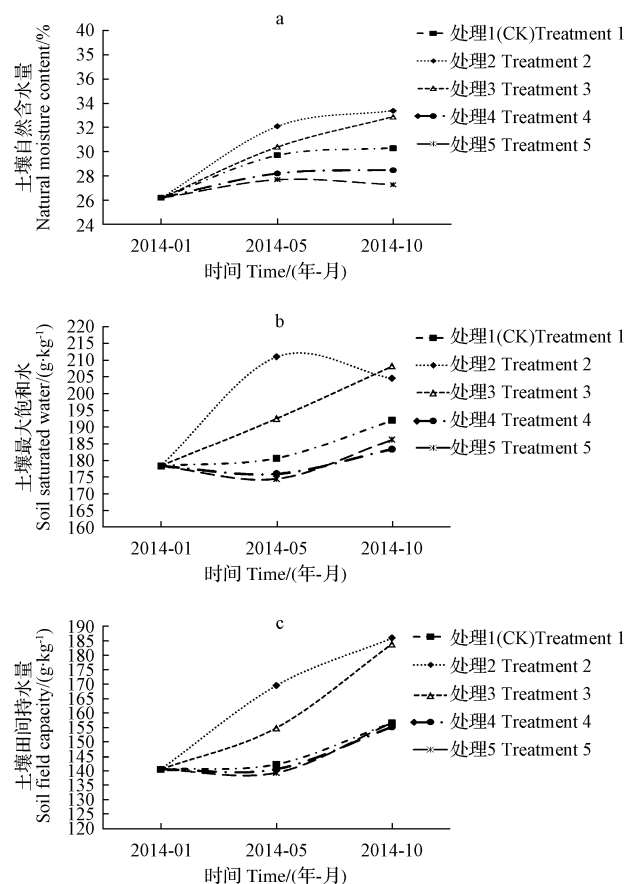


图 1 不同间种模式对土壤水分含量的影响

Fig. 1 Effect of intercropping pattern on soil water content

中增速较大,到10月2种间种模式的最大值较接近,分别为185.99、183.94  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,比对照增幅分别达32.3%、30.9%,为核桃林地促进田间持水量积累的理想间种模式;其它处理均高于对照且处理间没有明显差异,但都增加了土壤田间持水量。

**2.1.2 对土壤容重及土壤孔隙度的影响** 土壤容重是衡量土壤松紧状况的重要指标,能综合反映土壤结构、松紧度和土体内生物活动情况,更重要的是土壤容重能直接影响土壤团聚体内营养元素的释放和固定。土壤容重的大小取决于土壤质地、结构性、松紧程度、有机质含量及土壤管理等因素。容重小,表明土壤疏松多孔,土壤水分的渗透性和通气状况较好;容重大则表明土壤紧实板硬,透水透气性差。土壤孔隙度是土壤孔隙的数量指标,反映土壤的通气状况、松紧度和结构好坏。它决定着树木根系和土壤生物的活动。孔隙度较大的土壤可以容纳较多的水分和空气,说明土壤较疏松,结构状况较好,有利于增强土壤微生物的活动和促进养分的转化。图2(a)表明,土壤容重变化由小到大依次为处理3<处理2<处理1<处理4<处理5,处理3比对照降幅达10.4%;处理2次之;而处理4和处理5均大于对照;说明处理3对土壤容重的改良最好,为改善核桃林地土壤容重的理想间种模式;处理2为改善核桃林地土壤容重的较好模式;而处理4和处理5不利于改善核桃林地土壤容重,在生产上应避免这2种间种模式。图2(b)表明,不同间种模式对土壤孔隙度均有改善,均呈逐渐上升的趋势,从大到小依次为处理2>处理3>处理4>处理5>处理1,处理2比对照增加了16.3%;其它处

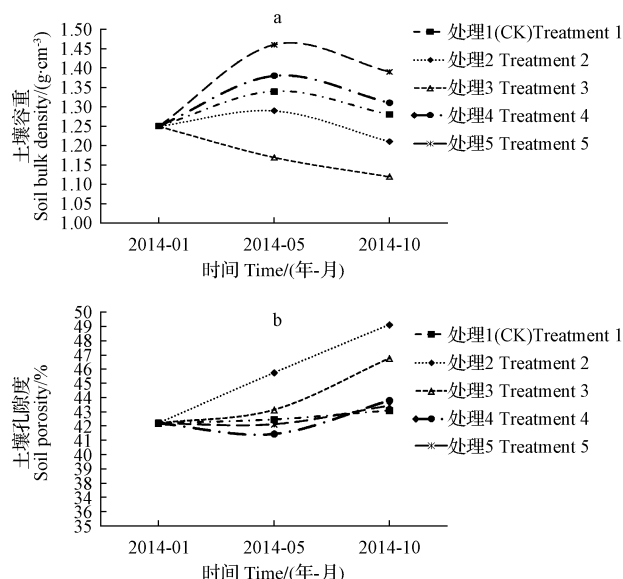


图2 不同间种模式对土壤容重及孔隙度的影响

Fig. 2 Effect of intercropping pattern on soil bulk density and porosity

理均高于对照,说明间种能改善林地土壤孔隙度,尤其是处理2的效果最为明显,为改善林地土壤孔隙度的最佳间种模式;处理3次之;处理4和处理5与对照无明显差异。

## 2.2 不同间种模式对核桃林地土壤化学性质的影响

**2.2.1 对核桃林地土壤氮、磷、钾含量的影响** 图3(a)表明,不同间种模式核桃林地土壤水解氮的含量在全年中呈逐渐增长的趋势(处理5除外)。其含量总体表现为处理2>处理3>处理1>处理4>处理5。处理2达最大值,为179.9  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,比对照增幅达42.8%;其次是处理3,也显著高于对照;其它处理均高于对照。说明间种能不同程度增加土壤氮的含量,尤其处理2效果最好,为核桃林地增加土壤有效氮的最佳间种模式;而处理4和处理5不利于土壤有效氮的增加,生产中不宜采用。图3(b)表明,几种间种模式土壤速效磷含量由大到小依次为处理5>处理2>处理3>处理1>处理4,说明间种能增加土壤速效磷的含量。试验中处理5比对照提高了165.4%,为增加核桃林地土壤有效磷含量的最佳间种模式。其次是处理2和处理3,也显著增加了核桃林地土壤有效磷的含量,是比较适宜的核桃林间

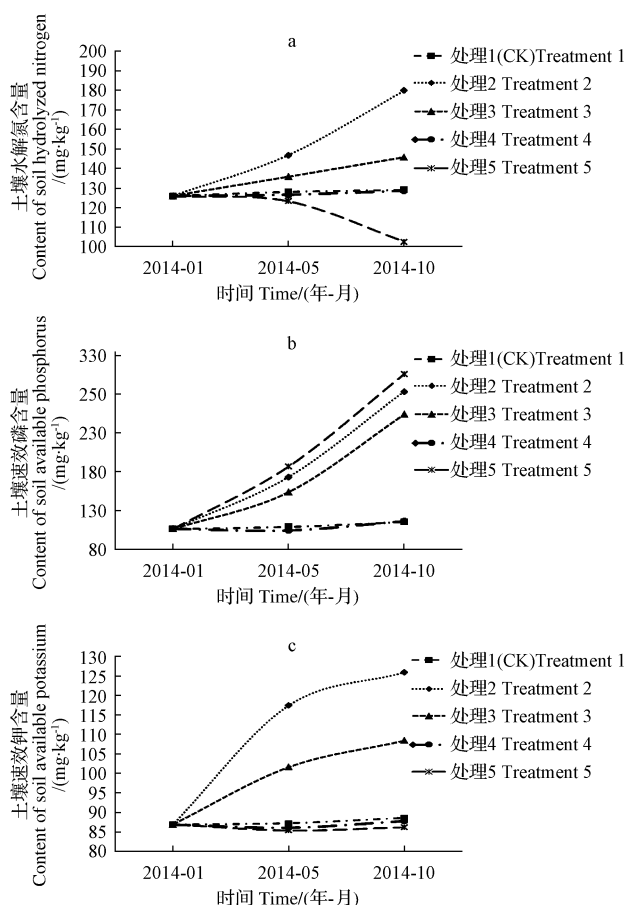


图3 不同间种模式对土壤化学性质的影响

Fig. 3 Effect of intercropping pattern on soil chemical characteristics



种模式。处理4不利于土壤有效磷的增加,可能和玉米的生长习性有关,生产上不提倡这种间种模式。图3(c)表明,几种间种模式土壤速效钾的含量在全年中的变化趋势由高到底依次为处理2>处理3>处理1>处理4>处理5。处理2和处理3大于对照,处理4和处理5与对照差异不明显。处理2在10月时最大值达到 $125.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,比对照提高了42.1%,说明处理2为提高核桃林地土壤速效钾含量的最佳间种模式。其次是处理3,也明显增加了土壤速效钾含量,为较适宜的间种模式。处理4和处理5,不能明显增加土壤有效钾含量,生产上不适宜推广应用。

2.2.2 对核桃林地土壤pH和土壤有机质的影响 土壤pH直接影响土壤离子的交换、运动、迁移和转换,改变土壤微生物的活动,进而改变土壤可溶性养分的含量,从而影响植物的生长发育。土壤有机质是土壤肥力的重要标志,对土壤物理、化学性质有重大影响,在改善土壤的物理性质,促进土壤良好结构的形成和提高土壤的保肥能力方面起着重要作用。图4(a)表明,不同间种模式土壤中的pH在全年的变化趋势基本一致,均呈逐渐增大的趋势。均大于对照,但各处理间差异不明显。说明间种模式能改变土壤的pH,土壤由酸性逐渐变为弱酸性,更接近核桃生长发育所需土壤的pH(6.5~7.8)。图4(b)表明,不同间种模式土壤中有有机质的变化不相同,其含量由大到小依次为处理2>处理3>处理1>处理4>处理5。处理2在10月达最大值,为 $42.973 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,比对照增加了12.5%,说明处理2对核桃林地土壤有机质的积累最有效,为增加土壤有机质含

量的最佳间种模式;其次是处理3,为增加核桃林地土壤有机质含量的适宜间种模式;而处理4和处理5,均低于对照,不利于土壤有机质的积累,这可能与间种作物生长习性有关,生产上应尽量避免这2种间种模式。

### 3 结论与讨论

不同间种模式可以不同程度地改良土壤物理性质。从试验所测土壤水分的各项指标得出,几种不同间种模式均增加了土壤水分含量,其中间种芋头对提高核桃林地土壤含水量的效果较好,间种茶叶最差;间种可以改变土壤容重,试验中以间种辣椒对土壤的改良效果最好,间种茶叶对土壤的改良较差;间种能改变土壤孔隙度,试验中间种芋头对增加土壤的孔隙度更为有效,更有利于增强核桃林地土壤微生物活动和养分的转化,提高土壤质量,间种茶叶最差,不利于增加土壤孔隙度。

该试验结果表明,间种可改变核桃林地土壤氮含量,这与吴荣兰<sup>[13]</sup>、王玲玲<sup>[14]</sup>、谢莉<sup>[15]</sup>的研究结果相一致。试验中间种芋头对土壤氮含量增加最好,间种茶叶最差;间种可以改变土壤中磷的含量,尤其间种茶叶更能有效提高土壤速效磷含量;间种能增加土壤钾的含量,间种芋头更有利于提高土壤中钾的含量;间种可以改变土壤有机质含量,试验中间种芋头能更有效增加土壤有机质含量;间种可以改变土壤的pH,试验中不同的间种模式都不同程度的提高了土壤的pH,土壤由酸性逐渐变为弱酸性,更接近核桃生长发育所需土壤的pH(6.5~7.8)。

许多关于林地间种的文献资料显示,间种能够改良土壤物理性状<sup>[16]</sup>,提高土壤肥力,控制土壤变质,保证自然资源的可持续发展。李振纪<sup>[17]</sup>对油茶林地间种作物做了比较分析,指出间种可以改变土壤物理性质和化学性质;徐祥隆<sup>[18]</sup>指出油茶林地合理间种可改良土壤物理性质;魏浙航<sup>[19]</sup>通过对油茶合理间种后进行分析得出,合理间种可明显提高土壤肥力,改善土壤环境。通过间种能够提高土壤肥力,增加土壤全氮、全磷、碱解氮和有效磷等养分的化学性质<sup>[15,20]</sup>。该试验针对云南山区广泛采用的核桃林地间作经营模式,对核桃林地土壤化学性质进行了比较分析,试验结果表明,核桃林不同间种模式可改变林地土壤理化性质,这与前人的研究结果基本一致。该试验还比较得出间种作物对改变林地土壤物理性质、化学性质的大小,这对间种作物的选择提供了一定的依据。

当然,试验还应对不同龄级、不同地域、不同密度、结果状况、经济效益、社会效益等作具体调查分析,对间种作物还需做深入研究,以期能够得出一套适合云南山区核桃最佳间种模式的方案。

### 参考文献

- [1] 李登峰. 三峡库区坡耕地幼果园几种间作模式的效应研究[D]. 杭州:浙江大学,2004.

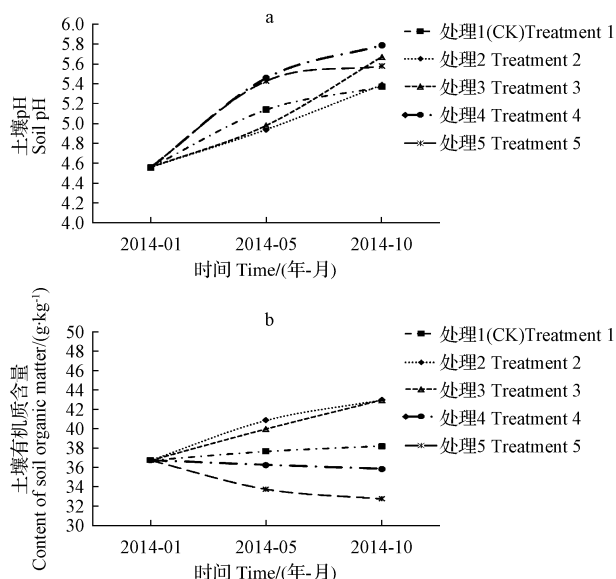


图4 不同间种模式对土壤pH及土壤有机质含量的影响

Fig. 4 Effect of intercropping pattern on soil pH and content of organic matter

- [2] 卢琦,慈龙骏. 农用林业研究的回顾与展望[J]. 世界林业研究, 1996(2):39-47.
- [3] 李肇齐. 农林系统经济评价方法探讨[J]. 世界林业研究, 1991(2):75-80.
- [4] 熊文愈,薛建辉. 混农林业:一条发展林业的有效途径[J]. 世界林业研究, 1991(2):27-30.
- [5] 余晓章. 农林复合模式研究与进展[J]. 四川林勘设计, 2003,9(3):55-57.
- [6] 杨修. 农林复合经营在农村可持续发展的地位和作用[J]. 农村生态环境, 1996,12(1):33-35.
- [7] 张劲松,孟平,尹昌群. 农林复合系统的水分生态特征研究述评[J]. 世界林业研究, 2003,2(1):10-13.
- [8] 况小宝,张本俊,史志华. 农林复合经营系统研究现状[J]. 江西林业科技, 2003(2):29-30.
- [9] 中国科协普及部,中国农学会. 兴起中的中国立体农业,全国立体农业开发与普及研讨会论文集[C]. 北京:中国科学技术普及出版社, 1990.
- [10] 胡慧蓉,田昆. 土壤学实验指导教程[M]. 北京:中国林业出版社, 2012.
- [11] 曾馥平. 荒坡地新建果园几种间种模式及资源利用[J]. 山地学报, 1999,17(3):265-269.
- [12] 陈永忠,王玉娟,王湘南,等. 间种对油茶林地土壤理化性质及幼林生长量的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2011(5):117-120.
- [13] 吴荣兰. 浙北丘陵山地梨-早稻复合生态系统氮、磷元素循环研究[D]. 杭州:浙江大学, 2003.
- [14] 王玲玲. 三峡库区砾石坡耕地农林复合经营效益研究[J]. 水土保持学报, 2002,16(2):84-87.
- [15] 谢莉. 苏北地区主要林粮间作模式的土壤性状及林木对农作物影响状况的研究[D]. 南京:南京林业大学, 2005.
- [16] 李登峰. 三峡库区坡耕地幼赞果园几种间作模式的效应研究[D]. 杭州:浙江大学, 2004.
- [17] 李振纪. 油茶间种[J]. 湖南林业科技, 1976(2):34-37.
- [18] 徐祥隆. 抚育、套种、施肥对油茶增产的作用[J]. 浙江农业科学, 1960(3):48-50.
- [19] 魏浙航. 油茶林套种效益分析[J]. 浙江林业科技, 1995,15(2):36-37, 49.
- [20] 杨曾奖,郑海水,尹光天,等. 橡胶间种砂仁、咖啡对土壤肥力的影响[J]. 林业科学研究, 1995,8(4):466-470.

## Effect of Intercropping Pattern on Soil Physical and Chemical Characteristics of Walnut Plantation

JIA Daishun<sup>1</sup>, NING Delu<sup>2</sup>, MAO Jihua<sup>1</sup>, XIAO Liangjun<sup>2</sup>, MA Ting<sup>2</sup>, JING Yuebo<sup>2</sup>

(1. Camellia Research Institute, Yunnan Academy of Forestry, Guangan, Yunnan 663300; 2. Economic Forest Institute, Yunnan Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650201)

**Abstract:** In order to provide theoretical basis for the study of the best integrated interplanting mode and cultivation technology for walnut forest land, taking 8-year-old young forest land of walnut plantation as research object, with taro, pepper, corn and tea crops as the intercropping plants, the effect of intercropping pattern on soil physical and chemical characteristics of walnut plantation were studied by field sampling and experimental determination. The results showed that intercropping with taro or pepper could improve the physical and chemical properties of walnut plantation, it was found that the effect of intercropping with taro was the best, next was pepper. Whereas intercropping with corn or tea was not benefitful to improve for the physical and chemical properties of soil.

**Keywords:** intercropping pattern; walnut plantation; soil physical and chemical characteristics

## 欢迎订阅 2017 年《北方果树》

《北方果树》为辽宁省一级期刊。系辽宁省果树科学研究所、沈阳农业大学园艺学院和辽宁省果树学会主办的综合性果树(含西、甜瓜和草莓)技术期刊。主要栏目有专题论述、试验研究、生产经验、调查(考察)报告、生产建议、典型介绍、百果园、工作论坛、来稿摘登、报刊摘引与会讯等。技术范围包括落叶果树(含经济林)、西甜瓜和草莓等新品种的选育、引进;品种特性与配套栽培技术;土壤管理与肥料的科学施用;病虫害的发生规律与防治技术;植物生长调节剂及其应用;组织培养与脱毒技术;果品贮藏与加工;产业化经营与集约化栽培;果园机械与果园管理机械化等。读者对象为果树科技人员、农林院校师生、各级果业主管部门与技术行政部门领导与业务干部、广大果树生产者和产品经销者等。

国内外公开发行人。刊号:ISSN 1001-5698, CN 21-1218/S;双月刊,单月 10 日出版,大 16 开本,64 页,彩色 4 封;每期定价 5.00 元,全年 6 期 30.00 元;邮发代号:8-213,全国各地邮局(所)均办理订阅,编辑部随时可订,款到发刊,免费邮寄,需挂号邮寄,每册另加 3.00 元,年加 18.00 元。欢迎以乡(镇)、村统一订阅(20 册以上免收挂号费)。

编辑部地址:辽宁省营口市熊岳镇铁东街《北方果树》编辑部,邮编:115009,联系电话:0417-7848206(兼传真),7039636(广告部),7033159(编辑部),7032701(发行部),电子信箱:bjbbfsgs@126.com,QQ:1731762658。