

桉树-甘蔗复合经营土壤化学性状及酶活性研究

刘宁^{1,2}, 余雪标^{1*}, 林培群¹, 谢玉萍¹

(1. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南儋州 571737; 2. 海南大学农学院, 海南儋州 571737)

摘要 [目的] 研究桉树-甘蔗复合系统土壤的化学性状及酶活性, 为桉树林农复合经营提供理论参考和技术支持。[方法] 以林带为对照, 研究间作带不同位置土壤化学性状及酶活性的变化。[结果] 结果表明, 土壤化学性状及酶活性随土层深度增加而降低(土壤 pH 值除外), 土壤养分主要集中在 0~20 cm 土层。与林带相比, 间作带(距林带 3.0、4.5、6.0 m 处)土壤养分均有不同程度地提高; 但距林带 3.0 m 处的提高幅度较小, 部分指标呈现出下降趋势, 这可能与人为因素、林木根系与作物的养分竞争等原因有关。[结论] 总体上, 实行桉树林农复合经营, 间作带土壤化学性状得到了改良, 酶活性也有改善, 这为下一轮伐期桉树的生长创造了有利条件。

关键词 桉树; 甘蔗; 林农复合系统; 土壤化学性状; 酶活性

中图分类号 S718.51+6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)27-13192-04

Study on the Chemical Property of the Soil in the Composition System of Eucalyptus and Sugar Cane and Its Enzyme Activity

LIU Ning et al (Institute of Environment and Plant Protection, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan 571737)

Abstract [Objective] The theoretical reference and technical support for the operation of composition agro-forestry system of eucalyptus and sugar cane were provided through the research on the soil chemical property and enzyme activity. [Method] The forest farming belt being taken as the control, the chemical property and enzyme activity at to the different soil location with inter-cropping were studied. [Results] The results showed that soil chemical properties and enzyme activity were increased with soil depth decreasing (except for pH value) and soil nutrient was concentrated in the soil layer of 0-20 cm. Compared with the CK, the nutrient of soil in intercropping areas with (3.0, 4.5 and 6.0 m away from the forest farming belt) was improved, but there was a little increment of nutrient in the soil of 3.0 m away from the forest farming belt and some indicators showed a downward trend, which might be related to human factors, tree root growth and competition among crops. [Conclusion] In general, the operation of composition agro-forestry system of eucalyptus and sugar cane could improve the chemical property and enzyme activity, which could have created the favorable conditions for the next rotation of eucalyptus growth.

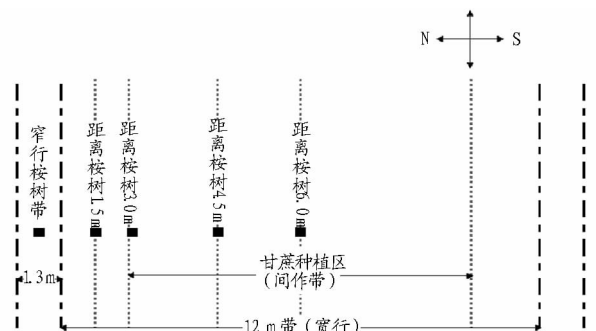
Key words Eucalyptus; Sugar cane; Agro-forestry system; Soil chemical property; Enzyme activity

桉树多代连栽及单一经营造成的地力衰退、生物多样性减少等生态学问题已成为桉树发展的重要瓶颈, 大量研究已表明^[1-8], 在桉树林下间(轮)作绿肥、牧草、农作物等能有效改良土壤的理化性状。实行桉树人工林林农复合经营是缓解地力衰退、长期维持桉树人工林生产力、改善桉树人工林地环境的有效措施之一。笔者通过对桉树-甘蔗复合系统不同取样位置的土壤化学性质及酶活性进行研究, 旨在探讨桉树-甘蔗复合经营后对土壤性质的改良效果, 以了解桉树人工林复合经营土壤肥力变化状况, 以期为桉树林农复合经营提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地地处热带北缘, 雷州半岛中北部的雷州林业局北坡林场, 地理位置为 111°31'E, 21°31'N, 海拔 85 m, 地势平坦, 坡度为 2°。土壤为浅海沉积物砖红壤, 土层深厚。属于海洋性季风气候, 年均气温 23.5 °C, 最热月(7月)平均气温 28.9 °C, 最冷月(1月)平均气温 15.2 °C, 日照时数 1 864~2 160 h。该地区年平均降雨量在 1 600~1 700 mm, 但时空分布不均, 暴雨居多。每年 5 月雨季开始, 降雨以 8~9 月最多, 月降雨量可达 400 mm 以上, 11 月逐渐转旱, 以 12 月至翌年 3、4 月降雨最少, 月平均降雨量不超过 50 mm, 视为旱季。

1.2 试验设计 2004 年 4 月造林。采用大宽行窄株种植模式, 种植模式见图 1。窄行宽为 1.3 m, 株距有 0.5、1.0、1.5 m 3 种规格; 宽行共有 8.0、10.0、12.0、14.0、16.0 m 5 种规格, 甘蔗间作于 12.0、14.0、16.0 m 宽行内, 间作(甘蔗)带距离窄行桉树的空白间隔为 3.0 m, 甘蔗品种为桂糖 12 号, 桉树品种为 LH1。试验地间作此造林甘蔗之前, 曾间作过牧草和甘蔗。窄行桉树及间作物的管理措施与当地传统单作种植模式相同。



注: ■ 为采样位置。

Note: ■ stands for sampling position.

图 1 桉树-甘蔗复合经营模式及样点布置

Fig. 1 The compound management pattern of eucalyptus and sugarcane and sample points layout

基金项目 海南省重点科技项目(05102); 金光 APP 合作项目; 国家科技支撑计划课题之子课题(2006BAD32B02)。

作者简介 刘宁(1981-), 女, 河南郸城人, 硕士研究生, 研究方向: 混农林业及人工林培育。* 通讯作者, E-mail: yuxuebiao@163.com。

鸣谢 试验在样品采集及对桉树生长特征调查过程中得到雷州林业局的帮助, 在此表示感谢。

收稿日期 2009-05-25

1.3 样品采集及实验室分析 土壤取样时间为 2008 年 1 月, 结合树木调查一起进行。为避免土壤本底的不一致性, 了解间作系统不同位置(间作和非间作区)土壤各指标的差异性, 在 12.0 m 宽行内选择条件一致的地段采集土壤样本。样点自北向南依次在窄行桉树林带中心处、距(离)林带 1.5、3.0、4.5、6.0 m 处(相关内容中分别简称林带、距林带

1.5 m、距林带 3.0 m、距林带 4.5 m、距林带 6.0 m) 挖取土壤剖面,3 次重复,每剖面分 0~20 cm、20~40 cm 和 40~60 cm 3 层采取剖面土。样点分布见图 1。

土壤 pH 值采用水浸-pH 酸度计法测定;土壤有机质采用重铬酸钾-油浴法测定;全氮采用饱和重铬酸钾-浓硫酸消煮-定氮仪测定;全磷采用氢氧化钠碱溶-钼锑抗比色法测定;碱解氮采用碱解蒸馏法测定;速效磷采用盐酸氟化钍法测定;速效钾采用 1 mol/L 醋酸铵浸提-火焰光度计法测定;土壤过氧化氢酶采用 0.1 mol/L 高锰酸钾滴定法测定,单位以 20 min 后每克土所消耗的 0.1 mol/L KMnO_4 的毫升数表示;脲酶采用苯酚钠比色法测定,单位以 24 h 后 100 g 干土中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数表示;多酚氧化酶采用邻苯三酚比色法测定,单位以 2 h 后 100 g 干土中没食子素的毫克数表示^[9-11]。

2 结果与分析

2.1 桉树-甘蔗复合系统土壤化学性状的变化

土壤养分(特别是速效养分)可直接提供给植物吸收。一般而言,土壤养分的供应能力与植物的生长有良好的相关关系。据调查分析,得出不同取样位置的土壤化学性状见表 1。

2.1.1 土壤化学性状的垂直分布。

由表 1 可知,土壤 pH 值在垂直剖面上的变化没有一定的规律性,土壤有机质、全氮、全磷、碱解氮、速效磷的含量均随土层深度增加而降低,土壤养分主要聚集在表层(0~20 cm),底层含量较低,垂直变化幅度极为明显。以林带为例,表层有机质为 9.370 g/kg,底层(40~60 cm)为 4.756 g/kg,表层是底层的 1.97 倍;表层全氮含量为 0.325 g/kg,底层为 0.253 g/kg,表层是底层的 1.17 倍,全磷的表层含量为 0.312 g/kg,底层为 0.256 g/kg,表层

是底层的 1.20 倍。此外,表层土壤碱解氮、速效磷与底层的下降速率也呈倍数关系,而速效钾的垂直变化幅度相对较小,这可能与人为施肥及肥料自身的特性有关。

2.1.2 不同位置土壤化学性状的变化。

土壤的 pH 值是衡量土壤酸碱度反应的具体量度,而土壤酸碱度的变化又是决定土壤肥力特征的基本条件之一。不同取样位置土壤 pH 值相差不大,距林带 1.5 m 处土壤 pH 值最高,各层平均值高低表现为:距林带 1.5 m > 林带 > 距林带 3.0 m > 距林带 4.5 m > 距林带 6.0 m,与林带相比,距林带 1.5 m 土壤 pH 值提高 1.29%,距林带 3.0、4.5、6.0 m 虽有不同程度地降低,但相互之间差异均未达到显著。土壤有机质含量是肥力高低的重要指标之一。不同位置土壤有机质含量不同层间均以距林带 6.0、4.5 m 处较高,距林带 3.0 m 处最低,各层平均值具体表现为:距林带 6.0 m > 距林带 4.5 m > 林带 > 距林带 1.5 m > 距林带 3.0 m,距林带 6.0、4.5 m 处比林带分别提高了 4.46%、2.39%,距林带 3.0 m 处比林带和距林带 1.5 m 处分别降低了 8.78% 和 7.77%。其中,在 0~20 cm 土层,距林带 3.0 m 土壤有机质含量降低最为明显,这可能因为其位置处于甘蔗种植区(带)边缘,相对甘蔗区内部,根系集中分布少,有机质积累不多;间作带作物废弃物如作物茎秆、叶片等多弃置于间作带与林带间的空白间隔及桉树林下,加上林带内多自生杂草,有利于增加其土壤有机质含量(尤其增加了土壤表层的有机质含量),所以林带和距林带 1.5 m 处土壤有机质含量较高,进而影响其土壤盐基的组成,反映在土壤的酸碱性质上^[12],pH 值也相应提高;另外,也可能与太阳辐射等生态因子有关。

表 1 桉树-甘蔗复合系统不同取样位置土壤化学性状

Table 1 The soil chemical prosperities at different sampling position of eucalyptus-sugarcane compound system

取样位置 Sampling position	土层//cm Soil layer	pH 值 pH value	有机质//g/kg Organic matter	全氮//g/kg Total N	全磷//g/kg Total P	碱解氮//mg/kg Alkaline hydrolytic nitrogen	速效磷//mg/kg Available P	速效钾//mg/kg Available K
林带 Forest belt	0~20	4.625	9.370	0.325	0.312	24.483	10.253	24.590
	20~40	4.510	5.712	0.278	0.261	19.266	3.248	19.850
	40~60	4.590	4.756	0.253	0.256	17.012	1.489	18.020
距林带 1.5 m 1.5 m from forest belt	0~20	4.735	9.224	0.369	0.390	24.918	8.301	25.713
	20~40	4.587	5.645	0.263	0.281	19.508	3.174	22.345
距林带 3.0 m 3.0 m from forest belt	40~60	4.580	4.750	0.236	0.265	17.334	1.399	18.187
	0~20	4.517	8.132	0.328	0.518	27.318	12.025	33.820
距林带 4.5 m 4.5 m from forest belt	20~40	4.575	5.343	0.273	0.294	20.996	3.618	27.708
	40~60	4.550	4.621	0.249	0.261	17.546	1.914	23.093
距林带 6.0 m 6.0 m from forest belt	0~20	4.535	9.565	0.365	0.565	29.284	14.094	34.818
	20~40	4.540	5.785	0.300	0.319	22.688	4.045	29.330
	40~60	4.520	4.964	0.259	0.278	18.483	2.115	25.338
	0~20	4.525	9.770	0.372	0.563	28.894	13.978	33.820
	20~40	4.500	6.038	0.297	0.318	22.358	4.028	29.829
	40~60	4.500	4.918	0.246	0.276	18.172	2.108	25.588

土壤全量养分是土壤中有效养分的重要来源,也是植物生长所必需的养分。在 0~20 cm 土层,土壤全氮含量高低排序为:距林带 6.0 m > 距林带 1.5 m > 距林带 4.5 m > 距林带 3.0 m > 林带,前者比林带依次提高:14.46%、13.54%、12.31%、0.92%,与距林带 4.5 和 6.0 m 相比,距林带 3.0 m 分别降低 10.14%、11.83%;在 20~40 cm 和 40~60 cm 土

层,不同位置土壤全氮含量互有高低,但差异不大;各层平均表现为:距林带 4.5 m > 距林带 6.0 m > 距林带 1.5 m > 林带 > 距林带 3.0 m,与林带相比,距林带 4.5、6.0 和 1.5 m 处分别提高 8.07%、7.01%、1.40%,距林带 3.0 m 处则降低了 0.7%。全磷含量在 0~20 cm 和 20~40 cm 土层均表现为:距林带 4.5 m > 距林带 6.0 m > 距林带 3.0 m > 距林带 1.5 m

>林带,与林带相比,前者在0~20 cm土层依次提高81.09%、80.45%、66.02%、0.25%;在20~40 cm土层则依次提高22.22%、21.84%、12.64%、7.66%;在40~60 cm土层,各位置间的差异减小,间作带土壤全磷含量仍高于其他;其剖面平均表现为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带3.0 m>距林带1.5 m>林带,前者比林带依次提高40.22%、39.86%、29.35%、13.04%;间作带(距林带3.0、4.5和6.0 m)土壤全磷含量显著提高。

土壤碱解氮是土壤速效性氮。碱解氮含量在3层(0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm)土壤中的高低排序均为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带3.0 m>距林带1.5 m>林带。其中,在0~20 cm土层,前者依次比林带提高19.61%、18.02%、11.58%、1.78%;在20~40 cm土层依次提高:17.76%、16.05%、8.99%、1.26%;在40~60 cm土层,各位置土壤碱解氮含量相差不大,而整个剖面平均值依次比林带提高15.95%、14.25%、8.39%、1.64%,林带与间作带的层间差异较大,与距林带1.5 m处的差异较小。速效磷在同层间的高低排序均为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带3.0 m>距林带1.5 m,间作带(距林带3.0、4.5、6.0 m)与林带的差异较大,距林带1.5 m处与林带在0~20 cm土层的差异较大,随土层深度增加,二者差异减小;距林带4.5、6.0、3.0 m各层平均值分别比林带提高35.1%、34.18%、17.11%,距林带1.5 m则降低了14.13%。在0~20 cm土层,土壤速效钾含量表现为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带3.0 m>距林带1.5 m>林带;在20~40 cm和40~60 cm土层均表现为:距林带6.0 m>距林带4.5 m>距林带3.0 m>距林带1.5 m>林带,各层平均值排序也表现为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带3.0 m>距林带1.5 m>林带,前者依次比林带提高43.27%、42.87%、35.48%、6.06%,间作带(距林带3.0、4.5、6.0 m)与林带的差异极为显著。

由以上分析可以看出,间作经营后,由于耕作、施肥等管理措施,间作带土壤全量养分含量明显提高,林地土壤得到了养护,达到了以耕代抚的目的,为下轮桉树的生长提供了有利的土壤肥力条件。就间作带(距林带3.0、4.5、6.0 m)而言,距林带3.0 m处土壤养分均低于6.0、4.5 m处,其养分含量呈下降趋势,除施肥原因和边行效应(作物对养分的需求相应增多)外,还可能由于林木根系具有趋肥性,间作带边缘分布有一定数量的林木根系,其与作物存在一定的养分竞争,使距林带3.0 m处土壤养分含量积累较少。

2.2 桉树-甘蔗复合系统不同位置土壤酶活性的变化 土壤酶直接参与了土壤营养元素的有效化过程,促进土壤有机质和某些矿质化合物转化,特别是在碳、氮、磷等重要营养元素的生物学循环中有重要作用,在一定程度上反映了土壤养分转化的动态情况,与土壤肥力密切相关^[13-15]。

2.2.1 土壤酶活性的垂直分布。表2显示,不同位置土壤过氧化氢酶、脲酶、多酚氧化酶活性具有明显的垂直分布特征。一般认为,过氧化氢酶与土壤有机质的转化速度有关,随土层深度增加,有机质含量降低,故酶活性呈现减弱的趋势。以距林带3.0 m为例,从表层(0~20 cm)>底层(40~60 cm),表层约为底层的6.87倍。

脲酶是一种分解含氮有机质的水解酶,可以表征土壤中有机氮的转化状况,土壤脲酶的活性也反映了土壤无机氮的供应能力^[16]。表层脲酶活性最高,与20~40 cm的下降幅度较大,20~40 cm与40~60 cm土层的下降幅度相对较小。以林带为例,表层土壤脲酶活性比中层土壤高5.72个单位,中层土壤酶活性则比下层酶活性高1.17个单位,这说明表层土壤的脲酶活性较强,下层土壤酶活性相对较弱,这与表层较高的氮素含量有关。

土壤多酚氧化酶参加腐殖质组分中芳香族化合物的转化,是土壤腐殖化的一种媒介。以距林带1.5 m为例,土壤多酚氧化酶活性从表层(0~20 cm)的13.397 mg没食子素/mg土到底层(40~60 cm)的4.008 mg没食子素/mg土,底层比表层下降了9.39个单位。多酚氧化酶随着土层深度增加多酚氧化酶活性减弱,这与前人的一些研究结果一致^[17]。深层土壤多酚氧化酶活性低,也影响其土壤腐殖质的形成^[18]。

土壤酶活性的这种垂直分布特征可能是因为土壤酶主要是以物理或化学的结合形式吸附在土壤有机和无机颗粒上,或与腐殖质络合;土壤表层通气状况较好,细根分布较多,其活动较强,植物残体、微生物和养分密集,土壤酶的作用底物多,酶活性增强。随土层深度增加,有机质等养分含量降低、根系逐渐减少、通气状况越来越差,微生物种类和数量递减,导致土壤酶活性减弱,这与土壤养分含量的分布趋势一致。

2.2.2 不同位置土壤酶活性的变化。土壤过氧化氢酶活性在0~20 cm土层表现为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带1.5 m>林带>距林带3.0 m,前者与林带相比分别提高:8.33%、10.32%、7.94%,距林带3.0 m处则比林带显著降低18.25%。在20~40 cm表现为:林带>距林带1.5 m=距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带3.0 m,距林带3.0 m土壤过氧化氢酶活性也比林带显著下降(比林带降低17.04%)。在40~60 cm土层,林带土壤过氧化氢酶活性则显著降低,具体表现为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带3.0 m=距林带1.5 m>林带,前者分别比林带高37.04%、29.63%、11.11%、11.11%。各层平均值表现为:距林带4.5 m>距林带6.0 m>距林带1.5 m>林带>距林带3.0 m,与林带相比,距林带4.5、6.0、1.5 m分别提高了8.99%、6.81%、5.45%,距林带3.0 m则降低了15.80%。

土壤脲酶活性在不同土层的高低变化很不一致,但均为距林带4.5和6.0 m处的脲酶活性较高,距林带1.5 m处较低,林带、距林带3.0 m与距林带1.5 m间的差异不大。经方差分析,除在20~40 cm土层,距林带6.0 m与林带存在显著差异外,同层之间相差均不显著,整个土壤剖面平均表现为:距林带6.0 m处>距林带4.5 m处>林带>距林带3.0 m>距林带1.5 m,与林带相比,距林带6.0和4.5 m处分别提高5.34%、3.37%,距林带3.0和1.5 m处则分别降低1.36%和1.81%。

不同位置土壤多酚氧化酶活性在不同层间的高低变化不同,在0~20 cm土层高低表现为:林带>距林带4.5 m>距林带1.5 m>距林带6.0 m处>距林带3.0 m,后者与林带

相比虽有降低,但差异均不显著;在 20~40 cm 土层表现为:距林带 6.0 m > 距林带 4.5 m > 距林带 3.0 m > 林带 > 距林带 1.5 m,前者比林带依次增加 17.75%、14.02%、4.89%,距林带 1.5 m 处则降低 1.63%;40~60 cm 表现为:距林带 6.0 m > 距林带 4.5 m > 林带 > 距林带 3.0 m > 距林带 1.5 m,与林带相比,距林带 6.0、4.5 m 分别提高了 3.00%、1.01%,距林带 3.0、1.5 m 则分别降低了 11.02%、14.03%。土壤多酚

氧化酶各层平均表现为:距林带 6.0 m 处 > 距林带 4.5 m > 林带 > 距林带 1.5 m > 距林带 3.0 m,与林带相比,距林带 6.0、4.5 m 分别提高 4.12% 和 3.02%,距林带 1.5 和 3.0 m 处则分别降低 4.12%、5.59%。

由以上分析可知,距林带 3.0 m 土壤酶活性与其他位置土壤相比均有降低趋势,这可能与距林带 3.0 m 处土壤有机质等养分含量相对较低有关。

表 2 桉树-甘蔗复合系统不同取样位置土壤酶活性

Table 2 The soil enzyme activity at different sampling position in eucalyptus-sugarcane compound system

酶类 Enzyme kinds	土层//cm Soil layer	取样位置 Sampling position				
		林带	距林带 1.5 m	距林带 3.0 m	距林带 4.5 m	距林带 6.0 m
		Forest belt	1.5 m from forest belt	3.0 m from forest belt	4.5 m from forest belt	6.0 m from forest belt
过氧化氢酶 Catalase	0~20	0.252	0.272	0.206	0.278	0.273
	20~40	0.088	0.085	0.073	0.085	0.084
	40~60	0.027	0.030	0.030	0.037	0.035
脲酶 Urease	0~20	14.899	14.782	14.607	15.395	15.534
	20~40	9.178	9.411	9.615	9.761	10.666
	40~60	8.010	7.309	7.426	8.010	7.601
多酚氧化酶 Polyphenol oxidase	0~20	13.677	13.397	12.416	13.397	13.317
	20~40	7.161	7.044	7.511	8.165	8.432
	40~60	4.662	4.008	4.148	4.709	4.802

注:过氧化氢酶活性以 20 min 后每克土所消耗的 0.1 mol/L KMnO_4 的毫升数表示;脲酶活性以 24 h 后 100 g 干土中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数表示;多酚氧化酶活性以 2 h 后 100 g 干土中没食子素的毫克数表示。

Note: Catalase activity was indicated by the milliliter number of 0.1 mol/L KMnO_4 for each gram of soil after 20 min; Urease activity was indicated by the milligram number of $\text{NH}_3\text{-N}$ in 100 g dry soil after 24 h; Polyphenol oxidase activity was indicated by the milligram number of catechin in 100 g dry soil after 2 h.

3 小结与讨论

以往对桉树的研究多为桉树纯林、混交林及连栽林地不同间(轮)作方式的土壤性状特征,对大宽行窄株的桉农间作模式土壤理化性状的研究很少,对间作系统不同位置土壤性状的比较研究尚未见报道。桉农复合经营能提高自然资源的利用率,增加生物多样性和稳定性,有利于生态系统养分的循环^[19-20],农作物收获后,废弃物(根、茎、叶等)自然回田,在土壤微生物的作用下,能产生大量腐殖质,改善土壤通透性,增强土壤保水保肥能力,土壤物理性状及其他肥力因素向良性转化,从而促进土壤中水、肥、气、热的协调,加速土壤熟化^[21-22]。

研究结果表明,桉树-甘蔗复合系统土壤 pH 值的垂直变化无一定规律性,其他化学性状及酶活性均具有明显的垂直分布特征,即随土层深度增加而降低,土壤养分主要集中在表层,由于表层土壤的通气好、根系多、养分高等原因,酶的作用底物多,酶活性也较强。

与林带相比,间作带(距林带 3.0、4.5、6.0 m 处)土壤 pH 值各层平均值略有降低,但差异不大;距林带 6.0、4.5 m 处土壤有机质各层平均分别提高 4.46%、2.39%,距林带 3.0 m 则比林带降低了 8.78%。间作带土壤全氮的提高主要体现在 0~20 cm 土层,距林带 6.0、4.5、3.0、1.5 m 全氮含量比林带依次提高 14.46%、12.31%、0.92%、13.54%,各层平均值与林带的差异不大;全磷的增加幅度较大,距林带 4.5、6.0、3.0 m 在 0~40 cm 土层与林带的差异较大,距林带 4.5、6.0、3.0、1.5 m 各层平均值比林带依次提高 40.22%、39.86%、29.35%、13.04%。土壤速效养分(碱解氮、速效磷、速效钾)的各层平均值高低排序均为:距林带 4.5 m > 距林带

6.0 m > 距林带 3.0 m > 距林带 1.5 m > 林带,与林带相比,距林带 4.5、6.0、3.0、1.5 m 处土壤碱解氮分别提高 15.95%、14.25%、8.39%、1.64%,速效磷分别提高 35.10%、34.18%、17.11%、14.13%,速效钾分别提高 43.27%、42.87%、35.48%、6.06%。

距林带 4.5、6.0、1.5 m 处土壤过氧化氢酶活性各层平均值比林带分别提高 8.99%、6.81%、5.45%,距林带 3.0 m 处则降低 15.80%;距林带 6.0 和 4.5 m 处脲酶活性平均比林带分别提高 5.34%、3.37%;距林带 6.0、4.5 m 处土壤多酚氧化酶活性平均值比林带分别提高 4.12% 和 3.02%;距林带 3.0 m 处土壤过氧化氢酶和多酚氧化酶活性均表现出降低趋势,这与距林带 3.0 m 处土壤有机质含量较低有关。

就间作带(距林带 3.0、4.5、6.0 m)而言,与距林带 6.0、4.5 m 相比,距林带 3.0 m 土壤有机质等养分含量均有降低趋势,除太阳辐射等生态因子、人为干预(间作带茎秆、叶片等废弃物多置于空白间隔及林带空处,施肥不均等)外,也可能因为边缘土壤作物根系集中分布相对较少,由于边缘效应的发挥,作物对养分的需求相应增多,进而影响了间作带边缘土壤的养分积累;另外,还可能由于林木根系与作物存在一定的养分竞争。距林带 3.0 m 处土壤养分含量的降低,必将影响其酶的活性。

桉树达到熟龄采伐后,在原间作带重植桉树幼苗,前期间作带土壤养分含量的提高及土壤结构的改善对新植桉树的生长极为有利。从长远来看,桉树林农复合经营模式能在产业上实行“以短养长,长短结合”,达到以耕代抚的目的,实现土地资源的可持续利用。

(下转第 13204 页)

0.222 859。而黔南州和贵州省分别为0.395 959、0.381 182。对比贵州省、黔南州农用地集约度可以看出,在所选取的指标中,相对于贵州省其他地州市,罗甸县的各指标值均处于中下水平。其农用地集约度综合得分为0.222 859,低于黔南州和贵州平均水平,说明罗甸县对农业投入综合水平力度不够,农业综合生产能力低下,土地节约集约利用度不高。

4 对策与建议

通过以上分析和评价,要在喀斯特山区提高土地节约集约利用度,首先要提高思想认识,加强保护土地宣传力度,让更多的人深入了解该地土地基本情况和土地法规知识,改变传统农耕用地观念,更加自觉地执行基本国策。其次要加强土地利用规划对土地集约利用的引导和控制,从战略上对土地利用的方向作出规定,以保证山区土地利用符合区域经济发展方向,并协调好山区各项用地需要^[3]。制定科学合理的土地利用总体规划,统筹协调各类专项规划。特别是在编制耕地整理规划中,要贯彻可持续发展理论,使耕地整理向经济、社会、生态综合效益发展^[4];严格管理土地用途和用地数量,完善建设用地指标标准,加强建设用地指标管理;按照建立节约型社会的要求,制定符合该地情况的建设用地指标和面积定额,如容积率等。第三,加大土地管理力度。严格执行国家关于耕地总量动态平衡的政策,严防占用良

田,补充劣地,对占补的土地进行土地质量评估^[5];加强供地环节中的土地集约利用控制,严格审查和管理农地转用和供地审批,严禁乱征、大肆圈地行为的出现。严格监督检查批准后的用地情况,建立领导责任人制度和执行情况考核体系,逐级进行考核,杜绝批后荒废、滥用的情况发生,保障土地的有效利用。第四,加大石漠化防治、土地复垦、土地整理投入和闲置土地盘活力度。通过土地整理、复垦和土地盘活等方式,增加有效耕地面积。第五,建立和完善集约用地的利益约束机制,改革征地制度、土地税制和完善土地产权制度等。第六,运用市场手段来配置土地,充分发挥市场机制的基础性作用,完善现有市场规则,加大市场信息公开力度,保障和提高土地节约集约利用度。

参考文献

- [1] 廖玉,张安明,牛乐德. 节约型社会的土地节约集约利用研究——以重庆市黔江区为例[J]. 安徽农业科学,2006,34(22):5939-5942.
- [2] 罗甸县旅游局. 罗甸县旅游局数据[EB/OL]. <http://www.chinaguzhou.gov.cn/article.html? Id = 141960&id = 141960>.
- [3] 周国富. 山区农业持续发展土地影响及对策[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,2002,20(2):61-64.
- [4] 陈辉,廖和平,洪惠坤等. 重庆市渝北区耕地整理潜力研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2007,32(2):136-139.
- [5] 赵翠薇,濮励杰. 贵州省50年来耕地资源数量变化特征及其与粮食产量的关系研究[J]. 南京大学学报:自然科学版,2005,41(1):105-111.
- [6] 张鼎华,叶章发,范必有,等. 抚育间伐对人工林土壤肥力的影响[J]. 应用生态学报,2001,12(5):672-676.
- [7] 陈立新. 人工林土壤质量演变与调控[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [8] 朱智强. 桉树林农条带间作模式效应研究[D]. 儋州:华南热带农业大学,2005.
- [9] 廖观荣,李淑仪,蓝佩玲,等. 桉树人工林生态系统养分循环与平衡研究. IV. 桉树林间种山毛豆对生态系统养分循环的作用[J]. 生态环境,2003,12(4):440-442.
- [10] 刘殊,廖镜思,陈清西,等. 果园生草对龙眼微生态气环和光合作用的影响[J]. 福建农林大学学报,1996,25(1):24-28.
- [11] 何电源. 中国南方土壤肥力与栽培植物施肥[M]. 北京:科学出版社,1994:23-25.
- [12] 黄强,陆迁,赵学平. 榆林地区生态经济综合评价[J]. 安徽农业科学,2008,36(8):3436-3438.
- [13] 李苇洁,余天祥,陈志华,等. 贵阳市二环林带不同林地水源涵养功能研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(2):535-538.
- [14] 肖春玲,张桂旺,邹小明,等. 不同林地微生物的特性研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(2):539-540,553.
- [15] 余艳峰,王雪梅,刘波,等. 当坑地区不同林分土壤养分状况的研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(23):10066-10068.
- [16] 代海燕,张秋良,魏强,等. 不同林分生物量分配格局受密度影响效应的研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(11):4514-4516.
- [17] 张福,张百川. 应用“林分结构复原法”评价经营措施及更新效果研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(11):5223-5224.
- [18] 张文娟,姚云峰,秦富仓,等. 赤峰市敖汉旗五种林分改造模式评价[J]. 安徽农业科学,2009,37(11):5225-5228.
- [19] 李东胜,张艳君,许中旗,等. 退耕还林林分生长状况调查及政策建议[J]. 安徽农业科学,2008,36(20):8595-8598.
- [20] 吕保聚. 刺槐人工林抚育间伐试验研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(4):1528-1529.
- [21] 黄玉梅,张健,杨万勤,等. 巨桉人工林土壤动物生态学特征研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(5):2081-2083,2292.

(上接第13195页)

参考文献

- [1] 余雪标,龙腾,莫晓勇,等. 桉树连栽林地不同间(轮)作方式的效益研究[C]//余雪标. 桉树人工林长期生产力管理研究. 北京:中国林业出版社,1999:116-124.
- [2] 吕东勇,罗桂森. 柠檬桉林下间种菠萝试验初报[J]. 广西林业科学,1988(4):16-18.
- [3] 黄锦龙,吴学仕,林松煜,等. 桉树间种菠萝对土壤性质和林木生长的影响[J]. 生态环境,1992,1(1):32-37.
- [4] 陈孝,林松煜,杨国清,等. 农林复合经营研究——桉树人工林间作西瓜对林木和土壤的效应[J]. 土壤与环境,1996,5(3):127-132.
- [5] 王尚明,吴学仕,陈孝,等. 农林复合经营研究——菠萝与桉树轮作对林木和土壤的效应[J]. 土壤与环境,1997,6(1):1-8.
- [6] 郑学文. 新植防护林地间种菠萝栽培技术及其效益[J]. 热带农业科学,2001,6(3):12-14,22.
- [7] 林培群,余雪标. 桉农间作系统土壤养分特征[J]. 热带林业,2007,9(3):27-31.
- [8] 刘苇,余雪标. 桉树人工林林下间作绿肥对土壤的改良效应研究[J]. 热带林业,2008,6(2):16-20.
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [10] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1980.
- [11] 严旭升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京:农业出版社,1988.
- [12] 欧阳育林. 两种桉树林分枯落物的调查研究[M]//曾天勋. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究. 北京:林业出版社,1995:35-45.
- [13] 何跃军,钟章成,刘济明,等. 石灰岩退化生态系统不同恢复阶段土壤酶活性研究[J]. 应用生态学报,2005,16(6):1077-1081.
- [14] 王海英,宫渊波,龚伟. 不同林分土壤微生物、酶活性与土壤肥力的关系研究综述[J]. 四川林勘设计,2005(3):9-14.
- [15] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1986.
- [16] 孟亚利,王立国,周志国,等. 套作棉根际与非根际土壤酶活性和养分的变化[J]. 应用生态学报,2005,16(11):2076-2080.