

滕维超,刘少轩,刘新亮,等.不同种植模式对油茶成林土壤有机碳及养分特征的影响[J].江苏农业科学,2013,41(5):323-326.

不同种植模式对油茶成林土壤有机碳及养分特征的影响

滕维超,刘少轩,刘新亮,曹福亮,逯岩

(南京林业大学森林资源与环境学院,江苏南京 210037)

摘要:以江西省宜春市袁州区西村镇速丰林场油茶人工林为研究对象,进行油茶纯林和3种不同间作方式(油茶/大豆、油茶/甘薯、油茶/花生)对比试验,研究各土层的土壤有机碳和氮、磷、钾等养分元素含量及其相关关系。试验结果:(1)土壤有机碳及土壤养分含量垂直递减特征明显,均随土壤深度的增加而显著减少。(2)不同种植方式对土壤有机碳及养分含量有显著的影响,单作油茶与间作豆科植物的土壤有机碳及养分含量之间差异不显著,3种种植方式土壤有机碳及养分含量均显著高于间作甘薯的土壤。(3)在0~60 cm层面,土壤有机碳含量及碳密度与土壤全氮、有效氮、有效磷、有效钾呈显著或极显著正相关。试验结果表明,相对油茶纯林,间作豆科植物(花生、大豆)对土壤肥力水平的提升作用不显著,但可以有效丰富产品种类,提高产量;间作甘薯会显著降低土壤肥力水平。

关键词:土壤有机碳;土壤有机碳密度;土壤养分;相关分析;油茶;种植模式

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)05-0323-03

土壤是农作物生长的物质基础,也是人类赖以生存的重要自然资源。土壤中的有机碳是影响土壤生物结构、物理结构、化学特性的重要因素,适宜的有机碳可以减少土壤的压紧和表层的板结^[1],土壤有机碳(SOC)是全球碳循环中重要的碳库,在土壤生产力和全球碳循环中起着十分重要的作用^[2]。土壤有机碳含量及其组分的变化,不仅影响土壤肥力,而且影响土壤与大气之间的碳素平衡^[3]。

油茶(*Camellia oleifera*)是我国特有的木本油料树种,也是世界四大木本油料树种之一^[4]。油茶具有良好的经济效益、生态效益、社会效益。长期以来,人们普遍在油茶幼林中实行2~3年套种或间种。套种作物如花生、甘薯、大豆等^[5]一年生经济作物,黄花苜蓿、紫花苕子、红花草子等^[6]绿肥作物,以及各种林下中药材^[7]。本试验在成年油茶林下间作花生、大豆以及甘薯等不同作物,设单作油茶作为对照,从土壤营养和有机碳含量等方面对4种植模式进行比较分析。

1 材料与与方法

1.1 研究区概况

研究区位于江西省宜春市袁州区西村镇速丰林场(27°33'~28°05'N,113°54'~114°37'E),低山丘陵地带,亚热带季风性潮湿天气,年均气温18.1℃,无霜期272 d,年降水量1545 mm。全年有效积温为4295~5340℃,总日照时间为1532 h。

1.2 试验材料

试验林为油茶成林,2006年春栽种15 cm高的一年生嫁

接苗,株行距3 m×3 m,采取全垦整地,种植品种为江西省林业科学院提供的赣无油茶系列赣石84-8。目前,试验林已经进入盛果期,连续3年间作花生、大豆、甘薯,试验区立地条件和抚育管理措施基本一致。

1.3 试验设计

试验设置4个处理,从2010至2012年连续3年行间间作花生、大豆、甘薯,并设置油茶单作对照,3个重复。采用完全随机区组设计,每个处理选择连片5行,每行10株。

1.4 调查指标与方法

油茶林每木测量后,每个处理选取3棵标准木,以标准木为中心,垂直于树行方向,从标准木树干边缘开始挖1条长2.0 m、深1 m的剖面,距离树干50、100、150 cm处设立采样中心点,采集0~20 cm土样,将3棵果树不同距离采集的土壤样品分别混合均匀,采用4分法取混合样。按0~20.0 cm、20.1~40.0 cm、40.1~60.0 cm 3个层次由下向上的顺序分层采集各土层的土壤样品,带回实验室分析。将风干后的土样分别研磨,经过土壤筛(全量元素分析样品过0.25 mm筛,有效养分过1 mm筛)后装入纸袋中备用。同时,在各土层用环刀取样用于测定土壤密度,在采集土壤样品的同时,挖取20 cm×20 cm×20 cm的样方3个,收集所有肉眼可见的根系,清洁根系表面,烘干并称重。

1.5 土壤样品分析方法

土壤化学性质指标及其测定方法:有机质含量采用重铬酸钾外加热法,全氮采用半微量凯氏定氮法,全磷采用浓硫酸-高氯酸-钼锑抗比色法,有效磷采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法,全钾采用氢氟酸-高氯酸-火焰光度计法,速效钾采用乙酸铵浸提-火焰光度计法^[8]。

1.6 土壤有机碳密度的计算^[9]

土壤有机碳密度是指单位面积一定深度的土层中土壤有机碳的贮量,一般用t/hm²或kg/m²表示。

某一层土*i*的有机碳密度(SOC_{*i*}, kg/m²)的计算公式为: SOC_{*i*} = C_{*i*} × D_{*i*} × E_{*i*} × (1 - G_{*i*})/100。式中: C_{*i*} 为土壤有机碳含量(g/kg), D_{*i*} 为土壤密度(g/cm³), E_{*i*} 为土层厚度(cm), G_{*i*}

收稿日期:2013-03-05

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2012BAD21B0401);江苏省普通高校科研创新计划(编号:CXLX12_0538)。

作者简介:滕维超(1984—),男,博士研究生,主要从事森林培育研究。E-mail:vincentt@yeah.net。

通信作者:曹福亮,教授,博士生导师,主要从事经济林培育与加工研究。E-mail:fuliangcaonjfu@163.com。

为直径大于 2 mm 的石砾所占的体积百分比(%)。

1.7 数据分析

利用 Execl 2003、DPS 6.55 以及 SPSS 18.0 处理调查数据。

2 结果与分析

2.1 土壤有机碳垂直分布特征

2.1.1 土壤有机碳含量垂直分布特征 由图 1 可见,在 0~60 cm 采集剖面上,不同种植模式下的土壤有机碳含量差异较大,但总体趋势是,土壤有机碳含量以及密度均随着土壤深度增加而显著减少,表明土壤有机碳含量具有明显的垂直递减特征。将所有样地按土壤深度进行方差分析及多重比较,结果表明:0~20.0 cm、20.1~40.0 cm、40.1~60.0 cm 各土层间的土壤有机碳含量差异显著。

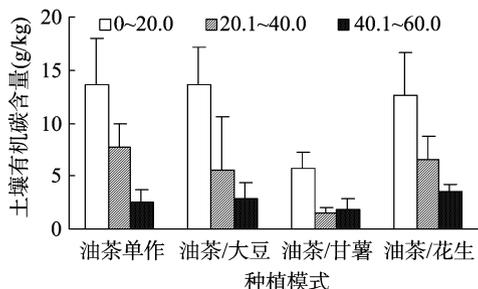


图1 不同种植模式下土壤有机碳含量垂直分布

2.1.2 土壤有机碳密度垂直分布特征 在 0~60 cm 采集剖面上,不同种植模式下的土壤有机碳密度差异较大,变化规律与有机碳含量相类似,在不同种植模式中,有机碳密度随着土壤深度的增加而减少。方差分析及多重比较分析表明,0~20.0 cm、20.1~40.0 cm、40.1~60.0 cm 各土层间的土壤有机碳密度差异显著(图 2)。

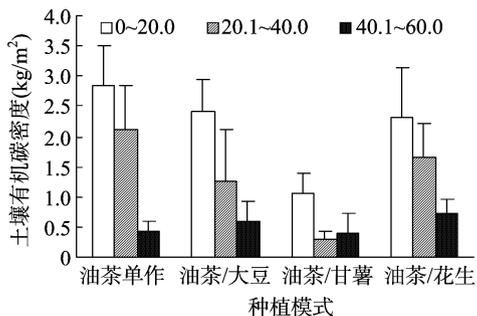


图2 不同种植模式下土壤有机碳密度垂直分布

2.2 不同种植模式对土壤有机碳含量及碳密度特征的影响

采样深度 0~60 cm 的 108 个样本中,土壤有机碳含量的分布区间为 0.98~16.44 g/kg,单作油茶模式土壤有机碳含量最大,油茶/大豆、油茶/花生间作有机碳含量比单作有所降低,油茶/甘薯间作模式有机碳含量最低,显著低于其他种植模式。

土壤有机碳密度的分布区间为 0.29~3.41 kg/m²,4 种植模式有机碳密度变化规律与有机碳含量变化规律一致,大小依次为油茶单作>油茶/大豆>油茶/花生>油茶/甘薯。

2.3 不同种植模式对土壤养分特征的影响

2.3.1 全氮含量的变化 在 0~20.0 cm 土层,油茶/花生间作的土壤全氮含量最高,为 0.95 g/kg,单作油茶和油茶/大豆

间作的土壤全氮含量有所降低,油茶/甘薯间作的全氮含量显著低于其他 3 种植植模式,为 0.67 g/kg;20.1~40.0 cm 土层,不同种植模式的全氮含量变化趋势与 0~20.0 cm 土层相似;而在 40.1~60.0 cm 土层,单作油茶的土壤全氮含量最高,为 0.55 g/kg,油茶/花生间作和油茶/大豆间作的全氮含量有所降低,油茶/甘薯间作土壤全氮含量显著低于其他 3 种植植模式,为 0.35 g/kg(图 3)。

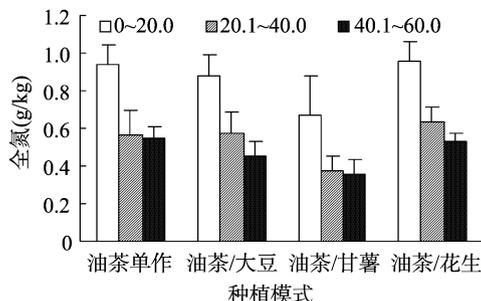


图3 不同种植模式下全氮含量垂直分布

2.3.2 有效氮含量的变化 随着土层深度的增加,各不同模式土壤有效氮含量呈现下降的趋势。不同模式土壤有效氮含量变化规律与全氮含量类似,油茶/花生间作在各个土层剖面的全氮含量均为 4 种植模式中的最高值,分别为 61.3、52.1 和 34.1 mg/kg;油茶/甘薯间作在各个土层剖面的全氮含量均为最低值,分别为 35.1、28.1、25.7 mg/kg(图 4)。

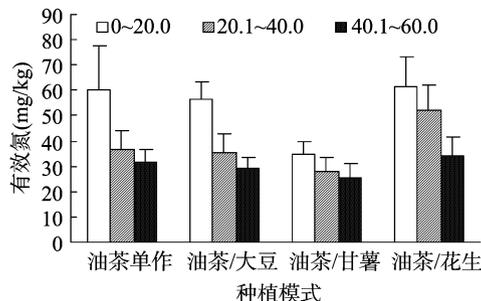


图4 不同种植模式下有效氮含量垂直分布

2.3.3 有效磷含量的变化 随着土壤深度的增加,除了油茶/花生间作模式略有起伏外,不同种植模式土壤有效磷含量基本呈现下降的趋势。在 0~20.0 cm、40.1~60.0 cm 土层,单作油茶土壤有效磷含量最高,分别为 4.54、2.67 mg/kg;20.1~40.0 cm 土层,油茶/大豆间作土壤有效磷含量最高,为 3.48 mg/kg;油茶/甘薯间作在各土层剖面的有效磷含量均显著低于其他 3 种植模式,分别为 2.81、2.25、1.76 mg/kg(图 5)。

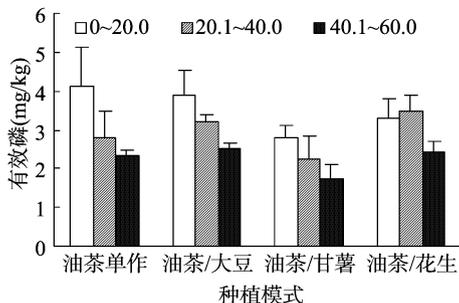


图5 不同种植模式下有效磷含量垂直分布

2.3.4 有效钾含量的变化 各种种植模式土壤有效钾含量呈现下降的趋势,在 0~20.0 cm、20.1~40.0 cm 和 40.1~60.0 cm 土层,油茶/花生间作模式土壤有效钾含量均为各模式最高,分别为 88.12、75.55、64.57 mg/kg,单作油茶模式土壤有效钾含量最小,分别为 72.32、55.46、48.38 mg/kg(图 6)。

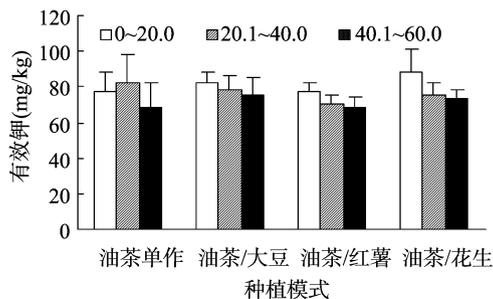


图6 不同种植模式下速效钾含量垂直分布

从表 1 可看出,不同种植模式 0~60 cm 土壤深度全氮、有效氮、有效磷、有效钾方差分析及多重比较结果:不同种植模式土壤有机碳含量、土壤有机碳密度、全氮含量、有效氮含

表 1 不同种植模式 0~60 cm 深度土壤养分含量比较 ($n=36$)

种植模式	有机碳含量 (g/kg)	有机碳密度 (kg/m ²)	全氮 (g/kg)	有效氮 (mg/100 g)	有效磷 (mg/kg)	有效钾 (mg/kg)
油茶单作	9.71 ± 1.98aA	1.79 ± 0.38aA	0.68 ± 0.10aA	43.0 ± 6.4aAB	2.96 ± 0.55aA	57.02 ± 11.58aA
油茶/大豆	7.69 ± 2.41aAB	1.41 ± 0.36aAB	0.64 ± 0.07aAB	40.4 ± 3.4aAB	3.30 ± 0.29aA	64.58 ± 4.78aA
油茶/甘薯	3.01 ± 0.75bB	0.58 ± 0.24bB	0.47 ± 0.05bB	29.6 ± 1.9bB	2.20 ± 0.39bA	65.16 ± 1.81aA
油茶/花生	8.16 ± 2.06aAB	1.56 ± 0.52aAB	0.71 ± 0.04aA	49.2 ± 7.9aA	3.07 ± 0.38aA	75.08 ± 3.09aA

注:同列数据后不同小写、大写字母表示差异显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$)。

表 2 土壤有机碳含量与养分含量的相关系数

土壤深度 (cm)	样本数 (个)	与土壤有机碳的相关系数			
		全氮	有效氮	有效磷	有效钾
0~20	36	0.686*	0.672*	0.464	-0.179
20~40	36	0.760**	0.281	0.365	0.121
40~60	36	0.344	0.037	0.474	0.584*
0~60	108	0.819**	0.721**	0.647**	0.313

注: * 相关性显著 ($P < 0.05$), ** 相关性极显著 ($P < 0.01$)。

3 结论与讨论

不同土地利用方式土壤有机碳含量的差异除了与碳素的输入和土壤有机碳的稳定性有关外,还受树种本身的影响,含量和碳密度具有明显的垂直递减特征,与 Li 等的研究结果^[10]一致。土壤有机碳含量差异与林木根系、动植物残体、土壤微生物密切相关,林木根系、动植物残体、土壤微生物具有明显的垂直递减性,表层土壤的有机碳含量最高,随着土壤深度的增加而逐渐减少。相关研究表明,农田土壤表层的碳含量显著低于深层,原因可能是耕作改善了土壤水分和氧气利用效率,加速了表层土壤有机碳的分解^[11]。

土壤有机碳是氮、磷、钾和微量元素的储藏库,也是土壤微生物活动的主要能量来源。有机碳在土壤肥力和植物营养中具有重要作用,含量多少是衡量土壤肥力的一项重要指标^[12]。相关研究表明,随土层深度增加而呈现递减趋势^[13]。本试验结果,在垂直方向上,土壤养分含量随土层深度的增加

量和有效磷含量差异达到极显著或者显著水平,有效钾含量差异未达到显著水平。油茶/甘薯间作模式的有机碳和营养元素含量均显著低于其他 3 种植模式,其他 3 种模式间差异未达显著水平。

2.4 土壤有机碳含量与土壤养分含量之间的相关性分析

对不同种植模式土壤有机碳含量及养分进行相关性分析(表 2),结果表明:不同采样深度土壤有机碳含量与土壤全氮及磷、钾的全量和有效量的相关显著性差别较大。在 0~20.0 cm 土层,土壤有机碳含量与土壤全氮、有效氮呈显著正相关,而与土壤有效磷、有效钾相关性不显著;在 20.1~40.0 cm 土层,与土壤全氮呈极显著正相关,与土壤有效氮、有效磷和有效钾相关性不显著;在 40.1~60.0 cm 土层,与有效钾含量呈显著正相关,而与其他养分相关性不显著。对 0~60 cm 剖面进行分析,土壤有机碳含量与土壤全氮、有效氮、有效磷呈极显著正相关。土壤有机碳含量与养分含量相关显著性差异比较大,这可能与土壤有机质的积累和分解作用的强度有关,表明土壤中氮、磷、钾的含量与有机碳含量有关。

而减少。

合理间作可改善土壤密度、土壤总孔隙度和土壤稳定入渗率等土壤物理性状^[14],提高植被生产力,增加凋落物量,可以增加土壤有机质以及营养元素含量^[15]。本试验中从 0~60 cm 剖面层来看,不同种植模式之间土壤有机碳、氮磷元素含量差异显著,而有效钾在各模式之间差异不显著,说明间作植物之间通过各种机制促进系统内土壤养分利用的同时,也存在竞争。

土壤有机碳处于不断分解与积累的动态过程,决定了在特定条件下的动态平衡,它与土壤理化性质的关系密切,并且影响复杂。相关分析表明,4 种植模式的土壤有机质含量与土壤氮磷钾元素之间呈显著或极显著正相关关系,与王长庭的研究结论^[16]一致。表明土壤有机碳含量可作为衡量土壤肥力和土壤质量变化的重要指标^[17]。

从本试验不同油茶间作模式中可以看出,相对成年油茶纯林,间作豆科植物对土壤养分含量的增加没有显著的优势,间作甘薯的土壤有机碳及养分含量显著低于其他 3 种植模式。间作甘薯可以通过施肥等手段达到改善土壤地力,实现增加产量的目的。

参考文献:

- [1] Liu L, Song C Y, Yan Z G, et al. Characterizing the release of different composition of dissolved organic matter in soil under acid rain leaching using three-dimensional excitation-emission matrix spectroscopy[J]. Chemosphere, 2009, 77: 15-21.

施 娟,刘艳红,袁 玲. 奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):326-328.

奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响

施 娟¹, 刘艳红¹, 袁 玲²

(1. 红河学院云南省高校农作物优质高效栽培与安全控制重点实验室, 云南蒙自 661100; 2. 西南大学资源环境学院, 重庆 400716)

摘要: 通过盆栽试验,研究不同奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响。结果表明,配施奶牛粪后,土壤有机质增幅为 92.8%~128.6%,全氮增幅为 94.6%~172.1%,全磷增幅为 41.5%~73.5%,碱解氮增幅为 47%~88%,有效磷平均增幅大于 7 倍,脲酶活性增幅为 0~238%,蔗糖酶活性增幅为 81.8%~188%。其中有机质、全氮、脲酶和蔗糖酶活性以“粪₃肥₃”处理的增幅最高;全磷和有效磷含量以“粪₃肥₇”处理的增幅最佳。配施奶牛粪后,土壤肥力得以保持和改善,为后续的菊苣生产提供了较好的土壤条件。

关键词: 奶牛粪;化肥;菊苣;土壤肥力

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)05-0326-03

近年来随着集约化养殖奶牛的迅速发展,奶牛粪便集中排放造成的环境污染问题日益凸显。据不完全统计,全国奶牛粪日排泄量高达 20 万~30 万 t^[1],尤其是在规模化奶牛场,若不加以有效治理,大量牛粪堆积污染养殖场周边的土壤、空气和水体,可能使得集约化养奶牛难以进行可持续发展^[2-6]。奶牛粪中有机质丰富,含有较高的氮、磷、钾及微量元素,是很好的有机肥原料,奶牛粪直接还田,有利于提高土

壤有机质和肥力,活化土壤养分,增加微生物活性,改善土壤理化环境。已有人对于奶牛粪便处理技术和工艺做了大量研究^[7-10],而对奶牛粪还田的研究较少。因此本研究采用菊苣盆栽试验,研究奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响,以期为奶牛粪的资源化利用、建立“牧草种植—奶牛养殖—沼气发酵—粪污还田”的生态循环模式提供参考和依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤为重庆地区典型、具有代表性的黏质地紫色土。采集于 0~20 cm 的耕作层,风干、磨细、过 2 mm 筛后备用,基本农化性质为:有机质 5.64 g/kg、全钾 20.3 g/kg、碱解氮 48.8 mg/kg、速效磷 33.6 mg/kg、速效钾 50.3 mg/kg。奶牛粪采自重庆市天友奶牛场,制备方法同供试土壤,风干奶牛粪的

收稿日期:2012-09-29

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2006BAD25B08);红河学院硕博项目(编号:XJIS0918);红河学院教改项目(编号:JYJG1117)。

作者简介:施 娟(1984—),女,云南金平人,硕士,讲师,研究方向为植物营养与环境。E-mail:shixiang841123@163.com。

通信作者:袁 玲,教授,博士生导师,从事植物营养与环境、水环境与水资源管理方面的研究。E-mail:lingyuanh@yahoo.com.cn。

[2] Ortas I, Lal R. Soil texture and forest species condition; the effect of afforestation on soil quality parameters [J]. *Soil Science*, 2012, 177 (4): 241-250.

[3] 李小涵, 郝明德, 王朝辉, 等. 农田土壤有机碳的影响因素及其研究[J]. *干旱地区农业研究*, 2008, 26(3): 176-181.

[4] 何 方, 胡芳名. *经济林栽培学* [M]. 2 版. 北京: 中国林业出版社, 2004: 278-288.

[5] 王玉娟, 陈永忠, 王 瑞, 等. 覆草间种对油茶林土壤养分及生长量影响的主成分分析[J]. *中南林业科技大学学报*, 2010, 6(30): 43-49.

[6] 浙江省武义县百花山林场, 亚热带林研究站经济林室. 介绍几种油茶林地套种的优良夏季绿肥[J]. *福建林业科技*, 1974(5): 96-100.

[7] 邓 云, 田松华. 油茶林套种鱼腥草技术研究[J]. *湖南林业科技*, 2010, 37(4): 55-56.

[8] 鲍士旦. *土壤农化分析* [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 16-106.

[9] 解宪丽, 孙 波, 周慧珍, 等. 中国土壤有机碳密度和储量的估算与空间分布分析[J]. *土壤学报*, 2004, 41(1): 35-43.

[10] Solomon D, Lehmann J, Kinyangi J, et al. Long-term impacts of anthropogenic perturbations on dynamics and speciation of organic car-

bon in tropical forest and subtropical grassland ecosystems [J]. *Global Change Biology*, 2007, 13: 511-530.

[11] Li X D, Fu H, Li X D, et al. Effects of land-use regimes on carbon sequestration in the Loess Plateau, northern China [J]. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 2008, 51(1): 45-52.

[12] Martens D A, Reedy T E, Lewis D T. Soil organic carbon content and composition of 130-year crop, pasture and forest land-use managements [J]. *Global Change Biology*, 2003, 9: 65-78.

[13] 周传艳, 陈 训, 杨 泊. 贵州中部喀斯特岩漠化地区不同土地利用类型下土壤养分含量 [J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(34): 15071-15073, 15162.

[14] 彭正萍, 王艳群, 刘淑桥, 等. 不同施肥处理对冬小麦干物质积累及土壤养分垂直分布的影响 [J]. *中国农业科技导报*, 2007, 9(6): 95-99.

[15] 齐鑫山, 王卫建, 王仁卿, 等. 果园间种白三叶草对土壤生态及果树生产的影响 [J]. *农村生态环境*, 2005, 21(2): 13-17.

[16] 王长庭, 龙瑞军, 王启兰, 等. 三江源区高寒草甸不同退化演替阶段土壤有机碳和微生物量碳的变化 [J]. *应用与环境生物学报*, 2008, 14(2): 225-230.

[17] 吴建国, 韩 梅, 裴 伟, 等. 祁连山中部高寒草甸土壤氮矿化及其影响因素研究 [J]. *草业学报*, 2007, 16(6): 39-46.