

人工低产林改造对生态恢复区土壤理化性质的影响

禹娟红

(定西师范高等专科学校 生化系, 甘肃 定西 743000)

摘要: 为了解人工低产林改造对土壤理化性质的影响, 于2010年9月—2011年8月对甘肃定西华家岭生态恢复区4个人工低产林改造后的混交林和1个杨树纯林、1个荒草坡对照点的土壤主要理化性质进行了研究。结果表明, 杨树纯林的土壤有机质、总N和总P含量均处于较低水平, 分别低于荒草坡10.98、0.78、0.10 g/kg; 低产林改造后, 土壤含水量、有机质和总N含量均有所升高, 且随着改造时间的延长呈现出明显的增加趋势。改造8、18、25、31 a的混交林土壤含水量分别高出杨树纯林2.01、7.79、11.38、12.07个百分点, 有机质含量分别高出2.96、15.23、20.80、24.96 g/kg, 总N含量分别高出0.41、1.02、1.48、1.96 g/kg; 总P含量在改造初期有所增加, 后期维持稳定, 改造8、18、25 a的混交林总P含量分别高出杨树纯林0.02、0.06、0.10 g/kg, 改造31 a和25 a的混交林总P含量相等; 低产林改造后土壤pH值略有降低。结果显示, 人工低产林改造大大改善了该区土壤环境质量, 有利于该区生态环境的恢复重建。

关键词: 森林土壤学; 华家岭; 生态恢复区; 人工低产林; 土壤理化性质

中图分类号: S756.5; S714.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)06-0064-05

Effect of Alteration of Artificial Low-yield Forest on Soil Physical and Chemical Properties of Ecological Restoration Area

YU Juan-hong

(Department of Biochemistry, Dingxi Teachers College, Dingxi 743000, China)

Abstract: To obtain a better understanding of the effect of alteration of artificial low-yield forest on soil physical and chemical properties, a study of the primary soil physical and chemical properties (water content, pH value, organic matter, total nitrogen and total phosphorus) across four sampling sites of mixed forest after alteration, a sampling site of poplar pure forest and a contrast sampling site of wild grassland was undertaken in Huajialing, Dingxi, Gansu from September, 2010 to August, 2011. Results showed that organic matter, total nitrogen and total phosphorus of soil in the sampling site of poplar pure forest were lowest, which were 10.98, 0.78 and 0.10 g/kg lower than those in the contrast sampling site of wild grassland respectively. The water content, pH value, organic matter, total nitrogen and total phosphorus of soil had obviously changed after the alteration of low-yield forest, and the water content, organic matter and total nitrogen of soil increased and showed an upward trend with the alteration years. The water content of soil in the sampling sites of 8 a mixed forest, 18 a mixed forest, 25 a mixed forest, 31 a mixed forest was 2.01, 7.79, 11.38 and 12.07 percentage points higher than that in the sampling site of poplar pure forest respectively, the organic matter of soil in the sampling sites of 8 a mixed forest, 18 a mixed forest, 25 a mixed forest, 31 a mixed forest was 2.96, 15.23, 20.80 and 24.96 g/kg higher than that in the sampling site of poplar pure forest respectively, the total nitrogen of soil in the sampling sites of 8 a mixed forest, 18 a mixed forest, 25 a mixed forest, 31 a mixed forest was 0.41, 1.02, 1.48 and 1.96 g/kg higher than that in the sampling site of poplar pure forest respectively. The total phosphorus of soil increased in the earlier period of alteration, but was stable in the

收稿日期: 2012-12-05

基金项目: 甘肃省教育厅第二批科研项目(1127B-03)

作者简介: 禹娟红(1978-), 女, 甘肃通渭人, 讲师, 硕士, 主要从事生态学教学与研究工作。E-mail: yjhstx0407@163.com

later. The total phosphorus of soil in the sampling sites of 8 a mixed forest, 18 a mixed forest, 25 a mixed forest was 0.02, 0.06 and 0.10 g/kg higher than that in the sampling site of poplar pure forest respectively, and it was equal in the sampling sites of 31 a and 25 a mixed forest. Whereas the pH value of soil decreased slightly after alteration. This study showed that alteration of artificial low-yield forest improved the soil environment quality of ecological restoration area in Huajialing, Dingxi, Gansu.

Key words: pedology; Huajialing; ecological restoration area; artificial low-yield forest; soil physical and chemical properties

甘肃定西华家岭生态恢复区的华家岭林带最初是20世纪70年代初营造的杨树纯林,主要分布在山脊、梁峁地带。由于树种选择不当、自然环境恶劣、初植密度过大等原因,随林带林龄的增长,整个林带树木老化、生长不良,出现“小老树”现象。加之病虫害猖獗和人为砍伐,林木蓄积出现负增长,林带整体防护效能、经济效益下降。为了恢复和增强林带防护功能,改善生态环境,促进当地工农业以及经济的可持续性发展,从20世纪70年代末,在专家调查论证和实地试验的基础上^[1-2],甘肃省林业厅、定西市政府和通渭县各级政府决定以云杉、落叶松、油松等针叶树种为主,配以沙棘等灌木进行大规模的人工低产林改造工程。经过30余年的努力,植被恢复已显现出一定的生态和经济效应。

近年来,有关人工低产林改造的研究主要集中在低产林经济效益评价、造成人工低产林的原因分析、改造途径和措施等方面^[3-7]。而土壤理化性质决定着生态系统的结构、功能和生产力水平,它的改善是生态系统功能恢复的重要指标之一^[8]。有研究表明,伴随着人工低产林改造,植被群落不断演替和优化,使得土壤理化性质不断得到改善^[9]。有关华家岭生态恢复区低产林改造后土壤理化性质变化的研究目前尚未见报道,鉴于此,于2010年9月—2011年8月,对华家岭生态恢复区人工低产林改造后土壤理化性质进行了研究,旨在探讨人工低产林改造对该区土壤理化性质的影响,为客观评价人工低产林改造工程在该区的生态效应、指导该区的生态建设提供参考。

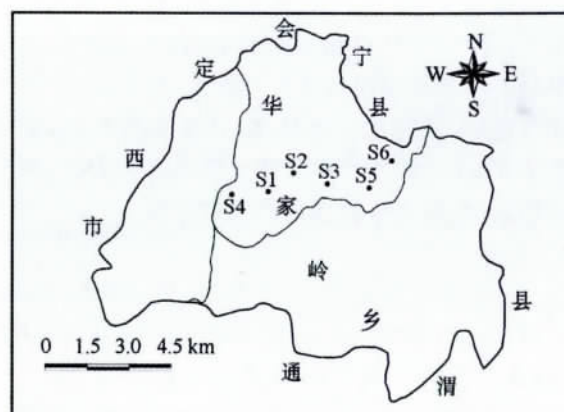
1 材料和方法

1.1 研究区域概况及样点

林带分布在以华家岭为中心、半径50 km的区域内,行政区划归属甘肃省定西市、通渭县、会宁县,地理坐标 $104^{\circ}52'48''\sim 105^{\circ}28'06''$ E, $35^{\circ}22'54''\sim 35^{\circ}43'40''$ N。该区位于祁连山东部陇西旋卷构造体系内回旋褶皱带,地处黄土高原丘陵沟壑区。区域形状以西南公路(旧312国道线)为主,沿黄土梁峁向两侧延伸,呈线性枝状分布。华家岭属南温带半湿润—中温

带干旱气候区,主要特点是降水稀少,寒冷干燥,昼夜温差大,光照和热量不足。年平均气温 $3.6\sim 6.3^{\circ}\text{C}$,年降水量 $350\sim 550$ mm,多集中于6—9月。年蒸发量 $1\,300\sim 1\,500$ mm,大气相对湿度 $60\%\sim 70\%$,干燥度 $0.8\sim 1.2$ 。年平均日照时数 $2\,500$ h,无霜期 148 d。土壤主要为黑垆土和黄绵土。黑垆土是该区的主要土壤类型,分布面积 80% ,主要分布在海拔 $2\,000\sim 2\,571$ m的大部分高山沟壑区;黄绵土主要分布于黑垆土重度侵蚀区,约占 18% 。

所选样地位于甘肃省定西市华家岭境内。本研究按改造时间的不同,在定西华家岭生态恢复区选择了4个混交林的小生境,另外选择1个杨树纯林和1个荒草坡作为对照(图1)。为把造成土壤理化因子生态效应空间异质性的因子最小化,选择海拔、坡向、坡度和土壤类型相似的生境。



S1. 荆棘沟梁; S2. 石窝堡子梁; S3. 南家屯梁; S4. 老站; S5. 世歌尧; S6. 牛家山。图中粗线示华家岭界限,细线示公路

图1 采样点分布

S1样点,荒草坡。无乔木和灌木层,草本主要有白羊草、冰草和小黄菊等,人为干扰较强。植被总盖度 10% 以下。

S2样点,杨树纯林。1971年在该地荒草坡上栽种小叶杨和青杨,目前,林分长势很弱,林木稀疏,树冠在长期风力作用下,呈“旗形”,树干纤细且弯曲,枝条顶稍干枯,形成“小老树”,平均高度仅 5.3 m。由于林木大量吸收土壤中养分,而林地上的枯枝落叶大多被农民扫去做燃料,无明显的腐殖质

层,土壤养分得不到补偿,土壤较为贫瘠。

S3 样点,混交林,1971 年在该地荒草坡上栽种小叶杨和青杨,由于林分长势衰弱,2002 年淘汰部分杨树,栽种云杉、油松、落叶松等针叶树种以及沙棘等灌木。实施封山育林措施,目前,针叶树种长势良好,平均高度 1.5 m。由于林木大量吸收土壤中养分,无明显的腐殖质层,土壤仍较为贫瘠。

S4 样点,混交林,1971 年在该地荒草坡上栽种小叶杨和青杨,由于林分长势衰弱,1992 年淘汰部分杨树,栽种云杉、油松、落叶松等针叶树种以及沙棘等灌木。目前,严格实施封山育林措施,林分已形成明显的乔、灌、草 3 层结构,针叶树种长势甚佳,平均高度 4.8 m,大部分杨树已被自然或人为淘汰,林下凋落物较多,有明显的腐殖质层。

S5 样点,混交林,1970 年在该地荒草坡上栽种小叶杨和青杨,由于林分长势衰弱,1985 年淘汰部分杨树,栽种云杉、油松、落叶松等针叶树种以及沙棘等灌木。目前,严格实施封山育林措施,林分已形成明显的乔、灌、草 3 层结构,针叶树种长势甚佳,平均高度 7.2 m,大部分杨树已被自然或人为淘汰,林下凋落物较厚,有明显而深厚的腐殖质层。

S6 样点,混交林,1971 年在该地荒草坡上栽种小叶杨和青杨,由于林分长势衰弱,1979 年淘汰部分杨树,栽种云杉、油松、落叶松等针叶树种以及沙棘等灌木。严格实施封山育林措施,目前,部分树木已成材被伐,栽种幼苗以代之,林木长势甚佳,平均高度 7.8 m,大部分杨树已被自然或人为淘汰,林下凋落物较厚,有明显而深厚的腐殖质层。

1.2 方法

1.2.1 采样 分别于 2010 年 10 月(秋季)、2011 年 1 月(冬季)、2011 年 4 月(春季)、2011 年 7 月(夏季)的月初采样。每个样点面积约 400 m²,拣去表面上的新鲜凋落物,依梅花五点式采样法均匀采集 0~5 cm 土壤层的土样 5 个,每个样品由 5 次(每次 0.5 kg)取样混和而成,每个样品 2.5 kg,采集好的土样放入塑料袋内,扎紧袋口,贴上标签。采样时测定海拔高度、地理坐标、坡度、土温、林下凋落物厚度等,并进行相关记录。

土样带回实验室后,24h 内测定 pH 值和含水量。剩余土样铺平(厚约 2~3 cm)置于光滑的厚纸上,放置在阴凉、干燥、通风的室内风干。风干过程中拣出动植物残体和非土壤形成物质,一般 2~3 d 即可风干。土样风干后,研磨过筛(1 mm 孔径筛),取通过 1 mm 孔径筛的风干土样在牛皮纸上铺成薄层,划分成许多小方格。用小勺在每个方格中提取

出等量土样(总量不少于 20 g)于玛瑙研钵中进一步研磨,使其全部通过 0.149 mm 孔径筛。混匀后装入磨口瓶中备用^[10]。

1.2.2 指标测定方法 利用 GPS 测定海拔高度及地理坐标;采用 10 m×10 m 样方调查植被盖度和林下凋落物厚度等;利用曲管地温计(温度范围: -10~60 ℃)测定土温;采用电位法测定 pH 值(pHS-3B 精密 pH 计,上海嘉鹏科技有限公司);室内采用烘干法测定土壤含水量(GB 7883-87);采用硫酸、重铬酸钾氧化-容量法(GB 9834-88)测定有机质;采用硒粉-硫酸铜-硫酸消化法(凯氏法,GB 7886-87)测定土壤全 N 含量;采用氢氧化钠碱熔-钼锑抗比色法(GB 7852-87)测定土壤全 P 含量^[11]。

1.2.3 统计分析方法 对 4 个季度测得的土壤理化因子求其平均值;采用统计学软件 SPSS 13.0 对 6 个样点土壤理化因子的 5 个指标(含水量、pH 值、有机质、总 N、总 P)进行分层聚类分析。

2 结果与分析

2.1 人工低产林土壤理化因子特征

从土壤理化因子分析结果(表 1)可以看出,4 个季度的含水量杨树纯林(S2)较荒草坡(S1)平均高出 5.45 个百分点,有机质、总 N 和总 P 分别低于荒草坡 10.98、0.78、0.10 g/kg。

2.2 低产林改造对土壤理化因子的影响

由表 1 还可看出,4 个改造后的混交林和改造前的杨树纯林相比,土壤含水量、有机质和总 N 含量均有所增加,且随着改造时间的延长,呈现出明显的增加趋势,这与许多研究的结果相一致^[12-13]。改造 8、18、25、31 a 的混交林含水量分别高出杨树纯林 2.01、7.79、11.38、12.07 个百分点;有机质含量分别高出 2.96、15.23、20.80、24.96 g/kg;总 N 含量分别高出 0.41、1.02、1.48、1.96 g/kg。这主要是由于改造后植被物种多样性增加,林木长势良好,随着改造时间的延长,植被覆盖率不断增加,再加上实施相应的封禁措施,凋落物层不断加厚,水土保持较好,土壤蓄水能力也有所增强,使得土壤含水量、有机质含量以及总 N 含量不断上升。

低产林改造初期,总 P 含量亦有所增加,但到后期维持稳定,改造 8、18、25 a 的混交林总 P 含量分别高出杨树纯林 0.02、0.06 和 0.10 g/kg,改造 31 a 和 25 a 的混交林 4 个季度的总 P 平均值相等,这和以往的研究相一致^[14-15]。

从以上分析可知,人工低产林改造使得该区土

壤含水量、有机质、总 N 和总 P 均有所增加,表明在该区种植云杉、油松、落叶松及沙棘等乔木和灌木改造杨树纯林的生态恢复措施改善了土壤环境质量,有利于该区生态环境的恢复重建。

随着改造后植被的不断恢复,土壤 pH 值有降低的趋势(表 1),这与以往许多研究得出的结论亦相一致^[10-11]。其主要是因为随着植被的改造,物种

多样性增加,且随着时间的延长,土壤中的腐殖酸不断积累,土壤中的植物根系增多及其呼吸加强,再加上土壤改善后,微生物的活动加强,土壤中有机酸增多,这样就使土壤 pH 值降低^[14]。但从 6 个样点 pH 值的总体变化来看,pH 值相差不大,反应了华家岭生态恢复区林分改造对土壤 pH 值的影响并不十分明显。这可能和该区群落植被的年龄和种类有关。

表 1 各样点环境及土壤理化因子

样点	改造年限/a	海拔/m	坡向	坡度/°	土壤类型	凋落物厚度/cm	土壤理化因子				
							含水量/%	有机质/(g/kg)	总 N/(g/kg)	总 P/(g/kg)	pH
S1	0	2 371	阴坡	20	黑垆土	少量	7.69	41.19	4.09	0.46	7.22
S2	0	2 313	阴坡	21	黑垆土	1.1	13.14	30.21	3.31	0.36	7.21
S3	8	2 358	阴坡	18	黑垆土	2.5	15.15	33.17	3.72	0.38	7.21
S4	18	2 375	阴坡	18	黑垆土	3.8	20.93	45.44	4.33	0.42	7.20
S5	25	2 340	阴坡	19	黑垆土	4.2	24.52	51.01	4.79	0.46	7.20
S6	31	2 329	阴坡	22	黑垆土	5.3	25.21	55.17	5.27	0.46	7.20

2.3 土壤理化因子聚类分析结果

由图 2 可知,对 6 个样点土壤理化因子的 5 个指标进行分层聚类分析,S5 样点(改造 25 a)和 S6 样点(改造 31 a)在欧氏距离 1 处最先聚为一类,在 4 处又与 S4 样点(改造 18 a)聚为一类;S2 样点(杨树纯林)和 S3 样点(改造 8 a)也在欧氏距离 1 处最先聚为一类,在欧氏距离 6.8 处又与 S1 样点(荒草坡)聚为一类。

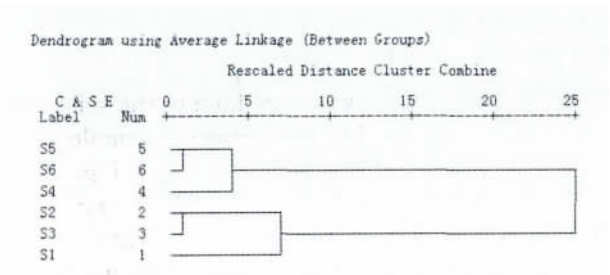


图 2 各样点环境因子聚类结果

由聚类分析可以看出,改造 25 a 和改造 31 a 的混交林土壤环境最为相似,其次是改造 18 a 的混交林,杨树纯林和改造 8 a 的混交林土壤环境最为相似,其他几个样点相似性较小。说明改造初期的土壤环境与杨树纯林有较大的相似性,改造 18 a 以后,土壤环境与杨树纯林的土壤环境相差越来越大,而改造后的各样点之间的相似性反而越来越大。

3 小结

对华家岭生态恢复区主要土壤理化因子的测定结果表明,人工低产林改造对土壤主要理化性质产

生了较大影响,具体表现在:(1)人工低产林改造使得表层土壤含水量、有机质、总 N 含量均升高,且随着改造时间的延长呈现出明显的增加趋势。(2)人工低产林改造使得土壤 pH 值略有降低。(3)总 P 含量在改造初期有所增加,但到后期维持稳定。

由此看出,华家岭林带以云杉、落叶松、油松等针叶树种为主并配以沙棘等灌木进行大规模人工低产林改造工程大大改善了该区土壤环境质量,有利于该区生态环境的恢复重建。

参考文献:

[1] 宋子才,华尚铭. 华家岭林带考察报告[J]. 甘肃农业大学学报,1983(4):53-63.

[2] 冉雄林. 华家岭林带人工低产林改造试验[J]. 甘肃林业科技,2003,28(3):57-60.

[3] 董诚. 低产林经济评价与改造途径[J]. 中南林业调查规划,1993(2):35-38.

[4] 刘兆明,潘良,董培田. 造成人工低产林的原因浅析[J]. 安徽农学通报,2011,17(23):137-140.

[5] 郝玉山,周胜利,陈亚洲. 白桦低产林改造效益评价[J]. 林业资源管理,2009(5):54-57.

[6] 陈美珍. 绿竹低产林改造研究[J]. 宁夏农林科技,2011,52(4):90-91.

[7] 闫德仁,乐林. 沙地杨树低产林改造与经营技术[J]. 内蒙古林业科技,2010,36(3):40-50.

[8] 吴彦,刘庆,乔永康,等. 亚高山针叶林不同恢复阶段群落物种多样性变化及其对土壤理化性质的影响[J]. 植物生态学报,2001,25(6):648-655.

(下转第 72 页)

这与氮素在土壤中有较高的移动性,施入的氮素在不当的管理下,容易随水下移有关^[19]。设施菜田每茬的灌水量远远高于粮田,由此造成土壤氮下移的程度远远高于粮田,氮污染风险加大,设施菜田灌水因素成为氮面源污染风险的重要驱动因子,不容忽视。但是,本研究未对设施菜田水分管理进行深入研究,尤其调查区域设施菜田水氮管理对地下水硝态氮污染状况的影响亟待今后重点探讨。

参考文献:

- [1] 天津市统计局. 天津统计年鉴 2010[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.
- [2] 张建树, 王学忠, 李小刚, 等. 天津市设施农业发展的现状及对策[J]. 天津农业科学, 2010, 16(1): 1-4.
- [3] 刘宏斌, 张云贵, 李志宏, 等. 北京市平原农区深层地下水硝态氮污染状况研究[J]. 土壤学报, 2005, 42(3): 411-419.
- [4] 鲁如坤, 时正元, 施建平. 我国南方 6 省农田养分平衡现状评价和动态变化研究[J]. 中国农业科学, 2000, 33(2): 63-67.
- [5] Oenema O, Kros H, Vires W. Approaches and uncertainties in nutrient budgets: implications for nutrient management and environmental policies [J]. Eur J Agron, 2003, 20: 3-16.
- [6] 张维理, 田哲旭, 张宁, 等. 我国北方农用氮肥造成的地下水硝酸盐污染的调查[J]. 植物营养与肥料学报, 1995, 1(2): 80-87.
- [7] 张维理, 武淑霞, 冀宏杰, 等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 I. 21 世纪初期中国农业面源污染形势估计[J]. 中国农业科学, 2005, 37(7): 1008-1017.
- [8] 陈永利, 卢树昌. 天津北部生态区不同种植体系土壤养分调查研究[J]. 北方园艺, 2010(11): 28-30.
- [9] 天津市统计局. 天津统计年鉴 2009[M]. 北京: 中国统计出版社, 2009.
- [10] 高祥照, 申眺, 郑义. 肥料实用手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [11] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料养分志[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [12] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京: 农业大学出版社, 2006.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] Hartz T K, Bendixen W E, Wierdsma L. The value of presidedress soil nitrate testing as a nitrogen management tool in irrigated vegetable production[J]. Hort Science, 2000, 35(4): 651-656.
- [15] Magdoff F R. Understanding the Magdoff pre-side-dress nitrate for corn[J]. Journal of Production Agriculture, 1991, 4(3): 297-305.
- [16] 李俊良, 朱建华, 张晓晨, 等. 保护地番茄养分利用及土壤氮素淋失[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(2): 126-129.
- [17] 卢树昌, 陈清, 张福锁, 等. 河北省果园氮素投入特点及其土壤氮负荷分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(5): 858-865.
- [18] 雷宝坤, 刘宏斌, 朱红业. 粮田改为菜田后土壤碳、氮演变特征[J]. 西南农业学报, 2011, 24(4): 1390-1395.
- [19] 程文娟, 潘洁, 吕雄杰, 等. 天津市设施蔬菜土壤硝态氮状况研究[J]. 天津农业科学, 2012, 18(2): 91-94.

(上接第 67 页)

- [9] Tomaselli M, Agostini N. A comparative phyto-geographic analysis of the summit flora of the Tuscan-Emilian A pennines and of the Apuan Alps(northern Apeinnines)[J]. Fitosocilologia, 1994, 94: 99-109.
- [10] 张万儒. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984: 17-117.
- [11] 张正雄, 周新年, 高山, 等. 皆伐作业对林地土壤因子的影响[J]. 安全与环境学报, 2004, 4(4): 35-37.
- [12] 宋艳华, 马金辉. SWAT 模型辅助下的生态恢复水文响应——以陇西黄土高原华家岭南河流域为例[J]. 生态学报, 2008, 28(2): 636-644.
- [13] 张笑培, 杨改河, 胡江波, 等. 胡江波等不同植被恢复模式对黄土高原丘陵沟壑区土壤水分生态效应的影响[J]. 自然资源学报, 2008, 23(4): 635-642.
- [14] 周厚诚, 任海, 向言词, 等. 南澳岛植被恢复过程中不同阶段土壤的变化[J]. 热带地理, 2001, 21(2): 104-112.
- [15] 樊光辉, 汪海林. 平安县脑山地区退耕地恢复生态植被对土壤矿物质、有机质含量及 pH 值的影响[J]. 青海科技, 2008(1): 17-19.