

# 元谋干热区种植豆科牧草和灌木生态效应<sup>\*</sup>

龙会英<sup>1</sup>, 沙毓沧<sup>1</sup>, 朱红业<sup>2</sup>, 金杰<sup>1</sup>, 张明忠<sup>1</sup>, 史亮涛<sup>1</sup>, 江功武<sup>1</sup>

(1. 云南省农业科学院 热区生态农业研究所, 云南 元谋 651300; 2. 云南省农业科学院 科研管理处, 昆明 650231)

**摘 要:** 根据干热河谷区生态环境脆弱, 土壤贫瘠, 有机质含量低的现状, 研究本区种植豆科牧草和灌木部分生态与改良的土壤效应。结果表明: (1) 小气候得到改善, 豆科牧草和灌木种植样地表及土壤湿度大于未种植地, 温度低于未种植地。(2) 随着豆科牧草和灌木种植年限增加, 土壤肥力得到提高, 土壤中全氮、速效钾及 pH 值含量逐年增加。土壤物理性质得到改善, 土壤容重比未种植地低, 孔隙度及田间持水量比未种植地高, 持水能力增强。

**关键词:** 干热河谷; 豆科牧草和灌木; 生态效应; 改良土壤

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0250-04

## Effects of Leguminous Grazing and Shrub on Ecological Restoration in Yuanmou Arid-hot Valleys

LONG Hu+ying<sup>1</sup>, SHA Yu+cang<sup>1</sup>, ZHU Hong+ye<sup>1,2</sup>, JIN Jie<sup>1</sup>,  
ZHANG Ming+zhong<sup>1</sup>, SHI Liang+tao<sup>1</sup>, JIANG Gong+wu<sup>1</sup>

(1. Research Institute for Tropical Eco-agricultural Sciences, Yunnan Academy of Agriculture Sciences, Yuanmou, Yunnan 651300, China; 2. Science and Technological Division, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650231, China)

**Abstract:** Based on the soil environment character and the lower soil organic carbon content, the effect of Legume grazing and shrub on ecological restoration and soil amelioration is studied in Yuanmou arid-hot valleys. The results showed that: (1) After planting, the microclimate was improved, for example the humidity of the earth's surface and the restoration plot's soil of grazing and shrub was higher than that of bare land, but the temperature of them was smaller than that of bare land. (2) With the increasing years of planting, the fertility of the soil was enhanced, such as the content of the soil organic carbon, total N, available potassium and soil pH, and the physical properties were also ameliorated, for example the soil bulk density (SBD) of the restoration plot of the grazing and shrub was lower than that of bare land, but the porosity and field water holding capacity were higher than that of bare land, the field water holding capability were increased.

**Key words:** Arid-hot valleys; germ plasm of grazing and shrub; ecological effect; soil amelioration

元谋干热河谷区水土流失严重, 土壤肥力低, 生态环境脆弱, 近代不合理的开发利用使本区成为土壤退化严重的地区之一<sup>[1]</sup>。恢复和重建已退化的生态系统, 维持人类生存环境的稳定和持续发展是现代生态学研究的重要课题<sup>[2]</sup>。近十年来, 部分国家重点生态治理项目, 如: 国家组织的“长江上游防护林体系建

设工程”、“西部大开发工程”、“退耕还林还草工程”、“十五科技攻关项目”等已经在本区实施, 一些其它区域的恢复技术和物种被引用到了该区域, 产生了一系列问题。罗望子(*Tamarindus indica* L.) 等是治理退化燥红土较好的乔木物种, 但在干热变性土上种植效果不佳, 种植桉树(*Eucalyptus* spp) 导致土壤“干化”

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008-05-22

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划“典型脆弱生态系统重建技术与示范”项目(2006BAC01A11) 专题“长江中上游西南山区退化生态系统综合整治技术与模式”

作者简介: 龙会英(1965-), 女, 副研究员, 云南蒙自人, 主要从事热区农业资源研究与利用及干热河谷生态恢复技术示范。E-mail: yn-huiying12003@sina.com

通信作者: 沙毓沧(1966-), 男, 云南大姚人, 研究员, 主要研究方向为干热区资源利用与退化生态系统修复。E-mail: rjssyc@126.com

现象<sup>[3]</sup>,许多木本植物因为土壤无法提供水分和养分难以生存而死亡。有资料报道,种树在干旱、半干旱地区不合理,不符合自然规律。在年均降水量不足 300 mm 的地区,天然分布的草原灌丛,树木生长的雨量和有效积温不能满足的话,树木很难成活,即使活了,也只能长成“小老头树”,其次会加重土壤的干旱。与乔木相比,豆科牧草具有固土保水作用<sup>[4]</sup>。有研究表明,在山地果园中合理套种圆叶决明、平托花生等生态(牧)草,其发生径流次数减少 11.4%,径流量降低 98.7%,可有效防止水土流失<sup>[5]</sup>,而且经济效益显著<sup>[6]</sup>。豆科牧草对土壤化学特性的改良优于乔树林,0–50 cm 土层乔树林地和草地的有机质含量分别比荒地高 24.8% 和 32.3%,全 N 含量高 23.2% 和 42.9%<sup>[7]</sup>。豆科牧草具有保持水土,改善土壤结构,增进土壤肥力等作用<sup>[8]</sup>。豆科牧草和灌木是元谋干热河谷的主要自然覆盖植被<sup>[1]</sup>,金沙江干热河谷植被恢复过程中应特别注重林木、豆科牧草和灌木的选择<sup>[9–10]</sup>。本文对元谋干热河谷轻度退化山地种植豆科豆科牧草和灌木生态与改良土壤效应进行研究,以期对干旱及半干旱地区的生态恢复提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在云南省农业科学院热区生态农业研究所退化土地植被恢复研究基地(25°41′35″N, 101°52′726″E)进行,海拔 1 120 m。该地夏季高温多雨,冬季低温干旱,年均降雨量 599.9 mm,集中于 6–10 月,蒸发量 1 655.0 mm,年均相对湿度 59.06%,平均最小相对湿度 15.08%,平均最大相对湿度 94.30%。年均温 21.50℃,平均最高气温 28.79℃,平均最低气温 15.84℃,≥10℃年积温 7 986℃,最高气温 39.4℃,最低气温 3.0℃。年均日照时数 2 512 h,年均无霜期 363~365 d,年均地表温度 25.54℃,极高 78.1℃,极低 0.2℃。土壤以燥红土为主,试验地 0–20 cm 土层深有机质质量分数 0.717%,全氮质量分数 0.066%,速效磷 6.87 mg/kg,速效钾 89.6 mg/kg, pH 值 6.67。20–40 cm 土层深有机质质量分数 0.499%,全氮质量分数 0.053%,速效磷 1.98 mg/kg,速效钾 58.8 mg/kg, pH 值 6.90。

### 1.2 研究方法

1.2.1 试验区建植 豆科豆科牧草为热带优良牧草柱花草,灌木树种为银合欢与帚状合欢草混种。2002 年 7 月建植的人工群落,3 个样地,未种植地为

对照。试验地种植前施羊粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup> 和过磷酸钙 600 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥,生长期间及时清除杂草,雨养栽培。样地面积视地形而定,柱花草株距 50 cm×50 cm,每穴种植 2~3 苗;灌木株距 100 cm×100 cm,每穴种植 1 株。

#### 1.2.2 观测内容与方法

(1) 改变小气候效应。2005 年 1 月、5 月和 12 月在不同样地采用温湿度计(JT C0113/E)置于 0 cm 处直接观测地表温湿度,2005 年 1 月、2 月和 3 月是本区最干旱季节,烘干法测定土壤水分,每样地重复 3 次。

(2) 培肥改土效应。试验地在种植牧草前(2002 年 6 月)和种植 2 a 后(2004 年 6 月)S 型采集土壤样品,土壤养分测定数据测定由农业部农产品质量监督检验测试中心(昆明)提供,方法采用:全氮:GB17173;速效磷、速效钾:ICP 法;有机质:GB/T9834;pH:GB/T7859。2005 年 10 月环刀法测定土壤容重、孔隙度及持水量等指标,每样地重复 3 次。

(3) 数据处理。Microsoft Excel 软件对数据进行统计和处理,表中试验数据均为平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 种植豆科豆科牧草和灌木部分生态效益

2.1.1 改变小气候效应 豆科牧草和灌木纯人工种植植被由于不同程度地增加土壤的有机质和速效 N、P、K 的含量,增强土壤含水量和贮水量,减缓和减少土壤的水分蒸发,提高土壤的抗旱能力;降低土壤盛夏的地表最高温度,减少地表温度变化幅度。

(1) 土壤的相对湿度得到提高。在当地最干旱季节(1–3 月),豆科牧草种植样地 0–20 cm 土层深土壤水分比未种植样地提高 0.1%~0.4%,灌木种植样地提高 0~0.1%;豆科牧草种植样地 20–40 cm 土层深土壤水分比未种植样地提高 0.1%~2.5%,灌木种植样地提高 0.1%~0.4%。说明豆科牧草和灌木在覆盖条件下可以有效保持土壤湿度(表 1)。

(2) 缓和土壤表层温湿度。1 月份豆科牧草覆盖条件下地表温度比未种植地降低 30%,湿度提高 2%。灌木荫蔽条件下地表温度比未种植地降低 120%,湿度提高 3.4%。5 月份豆科牧草覆盖条件下地表温度比未种植地降低 10%,湿度提高 10%。灌木荫蔽条件下地表温度比未种植地降低 10%,湿度提高 1.1%。说明夏季高温期间,豆科牧草和灌木覆盖遮荫可以降低地表温度,减少土壤水分的蒸发,提高表层湿度,对稳定及缓和地表温湿度具有一

定的作用,对作物生长非常有利。冬季 12 月低温期间,种植豆科牧草和灌木后,豆科牧草覆盖条件下地表温度比未种植地提高 60%,湿度提高 2%。灌木荫蔽条件下地表温度比未种植地降低 100%,湿度提高 1.4%。表明豆科牧草和灌木覆盖保温,可略增加地温,减霜冻寒害。

表 1 豆科草灌植物恢复对旱季土壤湿度影响

样 地	土层 深/ cm	2005 年 1 月 30 日		2005 年 2 月 30 日		2005 年 3 月 30 日	
		土壤湿度/	比对照增	土壤湿度/	比对照增	土壤湿度/	比对照增
		%	(减)/ %	%	(减)/ %	%	(减)/ %
豆科草	0- 20	5.8	0.1	5.5	0.4	5.4	0.1
	20- 40	3.5	0.1	9.5	2.5	9.5	1.3
裸 地	0- 20	5.7		5.1		5.3	
	20- 40	3.4		7.0		8.2	
豆科灌木	0- 20	4.9	0.1	4.2	0.1	3.9	0
	20- 40	4.8	0.4	4.8	0.1	4.8	0.2
裸 地	0- 20	4.8		4.1		3.9	
	20- 40	4.4		4.7		4.6	

表 2 种植豆科豆科牧草和灌木对地表温湿度影响

样 地	作物	1 月 30 日( 15:00)		5 月 30 日(15:00)		12 月 30 日( 15:00)	
		温度/ ℃	湿度/ %	温度/ ℃	湿度/ %	温度/ ℃	湿度/ %
草本与灌木植物	豆科草	14.3	54.0	37.5	31.0	24.5	33.7
	灌 木	14.9	48.0	38.8	33.1	21.4	38.1
未种植地	豆科草	14.6	52.0	37.6	31.1	23.9	31.7
	灌 木	16.1	44.6	38.7	32.0	22.4	36.7
比对照增(减)/ %	豆科草	30.0	2.0	10.0	10.0	60.0	2.0
	灌 木	120.0	3.4	10.0	1.1	100.0	1.4

2.2 培肥改土效应

2.2.1 土壤化学性质变化 从表 3 可以看出,豆科豆科牧草和灌木促进了土壤中的物质循环和富集作用,土壤养分含量增加,肥力得到改善。20- 40 cm 土层,豆科牧草种植样地全氮增加 0.01%,有机质增加 0.323%;灌木种植样地全氮增加 0.005%,有机质增加 0.159%。速效钾、pH 值都表现出相同的趋势。种植豆科草本和灌木植物后土壤的速效磷有减少趋势,种植豆科牧草样地减少 3.44 mg/ kg,种植灌木样地减少 2.14 mg/ kg。说明退化生态系统的恢复,首先要恢复系统中的植被,通过植物与土壤相互作用,改善了土壤结构,土壤肥力也可得到一定提高<sup>[11]</sup>。

2.2 土壤机械组成及物理性质变化

从表 4 可以看出,豆科豆科牧草和灌木种植样地土壤容重比对照低,从垂直变化看土壤容重随深度的深入而增大。在豆科牧草种植样地土壤的总孔隙度、土壤毛管孔隙度、土壤非毛管孔隙度、土壤持水量比对照高。在灌木种植样地,0- 20 cm 土壤层的总孔隙度、土壤毛管孔隙度、土壤非毛管孔隙度、土壤持水量比对照高;20- 40 cm 土层土壤的总孔隙度、土壤毛管孔隙度、土壤非毛管孔隙度、土壤持水量比对照低,有待进一步的研究。总体趋势为豆科牧草和灌木种植样地土壤容重减少、孔隙度的增加有利于土壤水分的保持,土壤持水量提高,对于降水稀少的干旱半干旱地区具有极其重要意义。

表 3 种植豆科豆科牧草和灌木 2 a 前后试验地土壤养分变化( 20- 40 cm)

项 目	豆科豆科牧草种植样地			豆科灌木植物种植样地		
	2002 年	2004 年	养分变化	2002 年	2004 年	养分变化
全氮/ %	0.077	0.087	0.010	0.066	0.071	0.005
速效磷/( mg · kg <sup>-1</sup> )	8.31	4.87	- 3.440	5.330	3.190	- 2.140
速效钾/( mg · kg <sup>-1</sup> )	117	122	5.00	73.500	78.10	4.600
有机质/ %	0.777	1.10	0.323	0.695	0.854	0.159
pH 值	7.43	7.52	0.090	7.20	7.520	0.320

表 4 种植豆科豆科牧草和灌木后不同深层土壤物理性质变化

样 地	土层深/ cm	容重/ (g • cm <sup>-3</sup> )	总孔隙度/ %	土壤毛管 孔隙度/ %	土壤非毛管 孔隙度/ %	土壤持水 量/ %
豆科牧草	0- 20	1. 49	35. 17	32. 57	13. 34	65. 16
	20- 40	1. 67	31. 92	31. 92	12. 84	63. 84
裸 地	0- 20	1. 63	34. 23	32. 23	12. 25	64. 19
	20- 40	1. 70	28. 86	28. 86	11. 89	57. 71
两者差距	0- 20	0. 14	0. 94	0. 34	1. 09	0. 97
	20- 40	0. 03	3. 06	3. 06	0. 95	6. 13
灌 木	0- 20	1. 78	30. 00	30. 01	13. 19	60. 01
	20- 40	1. 69	26. 01	26. 01	10. 61	52. 02
裸 地	0- 20	1. 62	28. 88	28. 88	11. 04	57. 76
	20- 40	1. 63	27. 57	27. 57	11. 04	55. 13
两者差距	0- 20	0. 16	1. 12	1. 13	2. 15	2. 25
	20- 40	0. 06	1. 56	1. 56	0. 43	3. 11

3 结论与讨论

(1)群落小气候的形成是植被与环境综合作用的结果,是群落质量的综合反映,也是退化植被恢复和重建效果评价的一个重要指标<sup>[12]</sup>。种植豆科豆科牧草和灌木后,豆科豆科牧草和灌木的发育可改变土壤和空气及土壤表层湿度条件,使得微气候发生变化,进而创造一个促进生物生长的有利环境<sup>[13]</sup>,有利于植物的定居和生长。

(2)植被恢复与土壤恢复是相互促进的,这种作用随着植被恢复而不断增强。在轻度退化土壤上种植豆科豆科牧草和灌木后,随着种植年限的增加,由于豆科牧草和灌木的根系、土壤微生物及动物的共同作用,使土壤的机械组成和其它理化性质发生了较大变化,土壤营养元素供应容量和供应强度都有一定程度的改善。具体表现在:与对照相比,土壤颗粒组成减小,容重低,孔隙度高,土壤持水能力提高;土壤有机碳、全氮、速效钾、pH 含量均高于对照。速效磷有减少趋势。

(3)本研究与前人研究基本一致:金沙江干热河谷植被恢复中,不同类型植被蓝桉乔木林和扭黄毛草被的改良土壤效应,草被对土壤化学特性的改良优于乔灌木<sup>[7]</sup>。金沙江干热河谷的自然植被恢复应以稀树灌木为主体<sup>[14]</sup>。稀树灌木丛,植物群落比人工促进恢复方式的复杂,生物多样性体现较好,灌木类逐渐转向耐旱、耐热、耐火、更新力强的抗逆类型发展<sup>[15]</sup>。

参考文献:

[ 1 ] 纪中华,黄兴奇.干热河谷生态恢复研究[ M ].昆明:云南科技出版社,2007.

[ 2 ] 马世俊.展望 90 年代的生态学[ M ]//马世俊.现代生

态学透视.北京:科技出版社,1990:1-4.

[ 3 ] 王克勤,沈有信,陈奇伯,等.金沙江干热河谷人工植被土壤水环境[ J ].应用生态学报,2004,15 ( 5 ):809-813.

[ 4 ] 龙会英,张德,沙毓沧,等.云南金沙江干热河谷牧草种质资源的研究利用与开发[ J ].西南农业学报,2004,17 ( B6 ):313-316.

[ 5 ] 孟林.果园生草技术[ M ].北京:化学工业出版社,2004:1-2.

[ 6 ] 郇树乾,刘国道,张绪元,等.果园套种牧草的效益分析[ J ].云南农业大学学报,2005,20( 增刊):43-45.

[ 7 ] 陈奇伯,王克勤,李艳梅,等.金沙江干热河谷不同类型植被改良土壤效应研究[ J ].水土保持学报,2003,17 ( 2 ):67-70.

[ 8 ] 奎嘉祥,钟声,匡崇义.云南牧草品种与资源[ M ].昆明:云南科技出版社,2003.

[ 9 ] 杨忠,张信宝,王道杰,等.金沙江干热河谷植被恢复技术[ J ].山地学报,1999,17( 2 ):152-156.

[ 10 ] 张有富.干热河谷气候区荒坡生物治理技术:以东川蒋家沟大凹子村为例[ J ].山地学报,1998,18( 3 ):248-253.

[ 11 ] 贺山峰,蒋德明,阿拉木萨,等.科尔沁沙地小叶锦鸡儿灌木林固沙效应的研究[ J ].水土保持学报,2007,21( 1 ):86-89.

[ 12 ] 李宗峰,陶建平,王微,等.岷江上游退化植被不同恢复阶段群落小气候特征研究[ J ].生态学杂志,2005,24( 4 ):364-367.

[ 13 ] Holmgren M, Scheffer M. El Nino as a window of opportunity for the retoration of degraded arid ecosystems[ J ]. Ecosystems, 2001, 4: 151-159.

[ 14 ] 柴宗新,范建容.金沙江干热河谷植被恢复的思考[ J ].山地学报,2001,19( 4 ):381-384.

[ 15 ] 高文学,王志和,周庆宏,等.金沙江干热河谷几类人工林的调查报告[ J ].林业调查规划,2005,30( 21 ):178-180.