

# 元谋干热河谷旱坡地复合生态农业模式效益研究初评

杨艳鲜, 纪中华, 方海东, 拜得珍, 廖承飞

(云南省农科院热区生态农业研究所, 云南 元谋 651300)

**摘要:** 对元谋干热河谷区4种旱坡地生态农业模式进行连续2 a 的定位监测, 研究各种模式的生态、经济和社会效益。结果表明: 与对照模式罗望子+ 自然草被相比, 建立的4种模式均有一定的培肥、改土效果, 其中, 以豆科牧草为主的罗望子+ 木豆、罗望子+ 木豆+ 柱花草、罗望子+ 木豆+ 绿肥3种模式的效果明显优于以禾本科牧草为主的罗望子+ 象草模式; 4种模式均能在旱季提高土壤含水量, 明显改善局地小气候; 同时, 产生良好的经济和社会效益。

**关键词:** 元谋干热河谷; 旱坡地; 复合模式; 效益

中图分类号: S 181

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)04-0088-02

## Study and Preliminary Evaluation on the Benefit of Models of Compound Eco-agriculture on Dry Slope Land in Yuanmou Dry Hot Valley

YANG Yan-xian, JI Zhong-hua, FANG Hai-dong, BAI De-zhen, LIAO Cheng-fei

(Tropical Region Ecological Agriculture Research Institute, Yunnan Academy of Agriculture Sciences, Yuanmou, Yunnan 651300, China)

**Abstract:** Long-term stationary monitoring for 2 years in a row was conducted with 4 different models of compound eco-agriculture on dry slope land, and studies of the 4 models's ecological benefit, economic benefit and social benefit were carried out. The results showed that the models's effects of soil fertile and soil improvement were better than the compared model which was *Tamarindus indica*+ natural grass. Among them, the effects of 3 models, *Tamarindus indica*+ pigeon pea, *Tamarindus indica*+ pigeon pea+ *Stylosanthes gracilis* and *Tamarindus indica*+ pigeon pea+ green manure in which the main herbage was the pea family were clearly better than *Tamarindus indica*+ *Percisetum purpureum* in which the main herbage was the grass family; all of 4 models could increase the soil moisture contents; improve partial weather conditions obviously in the dry season; and meanwhile produce good economic benefit and social benefit.

**Key words:** arid hot valley land of Yuanmou; dry slope land; compound models; benefit

元谋干热河谷生态环境极度脆弱, 土地退化严重, 森林覆盖率极低, 仅为3.4%~6.3%, 植被覆盖率低于50%, 尤其是旱坡地植被覆盖率低于30%, 多属于中度以上退化坡地<sup>[1]</sup>, 旱坡地是该区主要的土地类型, 未开垦荒坡地占土地面积的56%<sup>[2]</sup>。近年来, 在元谋干热河谷建立了许多旱坡地复合农业生态模式, 随着市场经济的发展, 产业结构的调整, 对该区畜牧业的发展提出了更高的要求, 模式的建立转向了以引种适宜于该区的牧草品种与经济林果相配套的复合模式, 以提高旱坡地单纯乔林和灌林的生态效益, 同时兼顾经济和社会效益, 为模式的大面积推广提供理论和实践依据, 为该区农村经济发展作贡献。

### 1 试验区概况

本研究区旱坡地位于金沙江流域干热亚区<sup>[3]</sup>, 气候干旱, 海拔1 088~1 167 m, 土地极不平整, 平地或小于5°的坡地仅占17%, 沟壑密度21.5 km/km<sup>2</sup><sup>[4]</sup>, 土壤凋萎湿度(PWP)长达7~8个月<sup>[1]</sup>, 年均温21.9℃, 极端最高气温42℃, 极端最低气温-2℃; 12℃的持续天数349 d, 10℃

积温7 786℃; 年降雨630 mm左右, 集中在5~9月份, 其它月份少雨或无雨, 年蒸发量3 911.2 mm, 气候干旱, 蒸发量是降雨量的6倍。全年太阳总辐射量641.8 kJ/cm<sup>2</sup>, 日照率62%; 干燥度4.4(以Penman公式计算)<sup>[3]</sup>。建立模式于已种植9年的罗望子人工林间, 试验前小环境见表1。

### 2 试验内容与方法

(1) 模式建立: 引进其生长发育、生活习性和抗逆性等均适宜于该区土壤和气候环境, 饲用价值相对较高的木豆、柱花草、绿肥、象草等优良的牧草品种, 种植于罗望子林间, 形成4种不同的复合生态农业种植模式(见表1)。其中“罗望子+木豆+柱花草”和“罗望子+木豆+绿肥”两模式以柱花草和绿肥为主, 木豆套作其间, 种植密度1.0 m×2.0 m。“罗望子+木豆”木豆种植密度0.8 m×0.8 m。

(2) 生态效益: 定点测定各模式的土壤环境和局部小气候, 包括地表温度、相对湿度、土壤含水量和持水量、土壤理化性质等。

(3) 经济效益: 对各模式主栽作物罗望子和牧草的经济

\* 收稿日期: 2004-12-22

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目2001BA606A-07-01资助

作者简介: 杨艳鲜(1977-), 女, 云南大理人, 学士, 主要从事生态农业研究及水土保持工作。

产量及收益进行测定和评估。

表1 各模式建立前小环境

模式类型	土地类型	罗望子密度 /m × m	罗望子株高 /m	罗望子冠幅 /m × m	林间植被情况
罗望子+ 木豆	侵蚀台地	5 × 8	6.6	6.0 × 6.0	散生 豆科灌木 银合欢
罗望子+ 木豆+ 柱花草	旱坡地	株距 8 m, 辐射种植	4.9	3.3 × 3.3	
罗望子+ 木豆+ 绿肥	旱坡地		5.4	3.5 × 3.9	以禾本科扭黄茅
罗望子+ 象草	旱坡地		4.3	3.1 × 3.3	为主的乡土草被
罗望子+ 自然草被	旱坡地	6 × 8	5.5	3.5 × 3.7	

(4) 社会效益: 人员培训、模式推广和增强环境意识。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 生态效益

##### 3.1.1 良好的培肥、改土效果

模式建立后, 随着种植的牧草根系数量的增加, 可以吸收和活化土壤中的养分, 枯落物遗留地表, 可疏松土壤, 参与土壤团聚结构形成, 增加土壤养分含量, 改善土壤物理性状。经过2年的数据测定(见表2), 从培肥方面看, 结果表明: “罗望子+ 木豆”模式水解氮下降39.1%, 有效P和有效K也明显下降, 有机质变化不大。主要是因为模式建立前, 地块中散生豆科灌木银合欢所致, 说明银合欢在某种程度上更有利于土壤改良。“罗望子+ 木豆+ 柱花草”和“罗望子+ 木豆+ 绿肥”模式中水解氮提高39.2%和53.5%, 有效P提高7.4%和8.9%, 有机质提高7.5%和4.4%; “罗望子+ 象草”模式中每项养分指标均有所下降, 主要由于象草是禾本科牧草, 且生长较快, 容易过分消耗土壤养分; 4种模式的有效K含量明显降低, 分别下降39.9%、25.3%、20.1%、39.2%, 将会导致土壤严重缺K, 影响作物生长和抗旱, 应在种植过程中及时给土壤补充足够的K元素。从改土方面看, 结果表明: “罗望子+ 木豆+ 柱花草”、“罗望子+ 木豆+ 绿肥”和“罗望子+ 象草”3种模式的土壤持水量分别提高7.9%、23.1%、5.1%, 容重下降1.9%、2.4%、1.6%, 孔隙度增加6.3%、4.6%、0.9%, 土壤物理性状均有不同程度的改善。“罗望子+ 木豆”模式, 持水量提高6.9%, 但容重和孔隙度均有下降趋势。总体来看“罗望子+ 木豆+ 柱花草”和“罗望子+ 木豆+ 绿肥”的培肥、改土效果最明显。

##### 3.1.2 改善局地小气候

4个模式中牧草的介入, 使土壤地表覆盖度得到了大大的增强, 雨季均能达到100%, 干旱季节也在80%以上, 减少了水土流失, 改善了生态环境。在高温干旱季节, 覆盖的牧草减少了太阳光对地表的辐射, 削弱了林内外的能量交换, 降

低林内地温, 增加地面湿度, 有利于林内作物抗旱和模式内局地小气候的改善。经测定(见表3)结果表明: 与对照模式“罗望子+ 自然草被”相比, 各模式可使地表温度下降1.2~2.6, 5cm地温下降0.5~2.6, 0~5cm土壤含水量提高1.2%~6.1%; “罗望子+ 木豆”模式地面相对湿度降低4.0%, 平均日蒸发量增加16%, 主要是因为木豆是小灌木, 株高2.0m左右, 离地表0~40cm空间气流阻碍较小, 较其余两种模式通风所致; 其余两种模式的地面相对湿度提高5.0%和0.8%, 平均日蒸发量降低28.0%和12.0%。总体分析3种模式的局地小气候都得到了改善, “罗望子+ 木豆+ 柱花草”效果尤为明显。

表2 不同模式的培肥、改土效果(0~40cm土层)

模式类型	时间	水解氮	有效P	有效K	有机质持水量	容重	孔隙度	
		/a	$/(mg \cdot kg^{-1})$	$/(mg \cdot kg^{-1})$	$/(mg \cdot kg^{-1})$	/%	$/(g \cdot cm^{-3})$	/%
罗望子+	2002	21.72	5.72	102.51	0.57	18.37	1.54	41.19
木豆	2003	15.60	4.16	61.56	0.58	19.63	1.59	40.00
罗望子+ 木	2002	15.01	2.41	98.75	0.48	19.08	1.56	39.75
豆+ 柱花草	2003	20.89	2.59	73.80	0.55	20.58	1.53	42.27
罗望子+	2002	15.01	2.41	98.75	0.48	19.08	1.68	36.45
木豆+ 绿肥	2003	23.04	2.63	78.92	0.69	23.48	1.64	38.11
罗望子+	2002	15.01	2.41	98.75	0.48	18.12	1.69	35.92
象草	2003	10.72	1.66	60.00	0.33	19.04	1.68	36.23

表3 各模式局地小气候对比

模式类型	地表温	5cm地温	相对湿度	平均日蒸发	0~5cm土层	地表
	度/	/	/%	量/mm	含水量/%	状况
罗望子+ 木豆	22.2	22.0	52.8	2.9	5.3	较干
罗望子+ 木豆+ 柱花草	20.8	19.9	61.8	1.8	10.2	干
罗望子+ 象草	22.1	21.1	57.6	2.2	6.4	干
罗望子+ 自然草被	23.4	22.5	56.8	2.5	4.1	较干

注: 绿肥为单季作物, 已收获, 未测定。

#### 3.2 经济效益

模式建立后, 分别对各模式的经济产量进行了调查测定, 并根据当地市场价格估算出各模式2a的平均年收益(见表4), 其中木豆既是牧草, 又是经济作物, 可筛选提纯后, 20%作为种子出售, 当地市场价为20元/kg, 其余用作饲料; 柱花草、绿肥、木豆叶和象草用于饲喂山羊、牛、鸡、鱼等, 多余的柱花草干粉适口性好, 营养价值高, 能被农户接受去购买去喂猪, 这样可大大提高牧草的利用率和经济价值。结果表明: 建立模式的同时, 介入适当管理后, 4种模式单位面积的平均年收益均明显高于“罗望子+ 自然草被”模式; 而“罗望子+ 木豆”模式年均收益显著高于其它3种模式, 主要原因是该模式罗望子树株形佳, 木豆种植密度大, 酸角和木豆产量较高, 价格好所致。

表4 不同模式产量经济收益

模式类型	酸角		木豆		牧草		年均收益/ (万元 · hm <sup>-2</sup> )	
	产量 $/(t \cdot hm^{-2})$	收益 $/(万元 \cdot hm^{-2})$	果 $/(t \cdot hm^{-2})$	饲草 $/(t \cdot hm^{-2})$	收益 $/(万元 \cdot hm^{-2})$	产量 $/(t \cdot hm^{-2})$		收益 $/(万元 \cdot hm^{-2})$
罗望子+ 木豆	15.70	3.93	4.7	4.4	2.79	-	6.72	
罗望子+ 木豆+ 柱花草	0.53	0.13	0.9	1.0	0.56	92.8	0.61	1.30
罗望子+ 木豆+ 绿肥	0.57	0.14	1.3	1.2	0.74	42.8	0.40	1.28
罗望子+ 象草	0.68	0.17	-	-	-	190.4	0.50	0.67
罗望子+ 自然草被	0.45	0.09	-	-	-	10.3	0.05	0.14

#### 3.3 社会效益

模式建立后, 为了促进种植模式的物质循环, 充分利用种植副产品, 产生更好的效益, 引入了主要以山羊为主, 鸡、鱼为辅的养殖增益环。经各模式的示范推广作用, 提高了人们的生态环保意识, 使示范园区成为生态环境优越的典范, 吸引了众多参观游客。2年的时间, 共培训、接待参观学习来

访者2000余人, 部分模式逐步被周边农民所接受, 并由我方提供技术和种源, 推广建立相关复合生态农业种植模式约40hm<sup>2</sup>。同时指导农户大胆新, 建立有效的其它复合种植模式, 大大的提高了单位面积土地的综合效益, 充分体现了经济、生态和社会效益的有效统一。

(下转第99页)

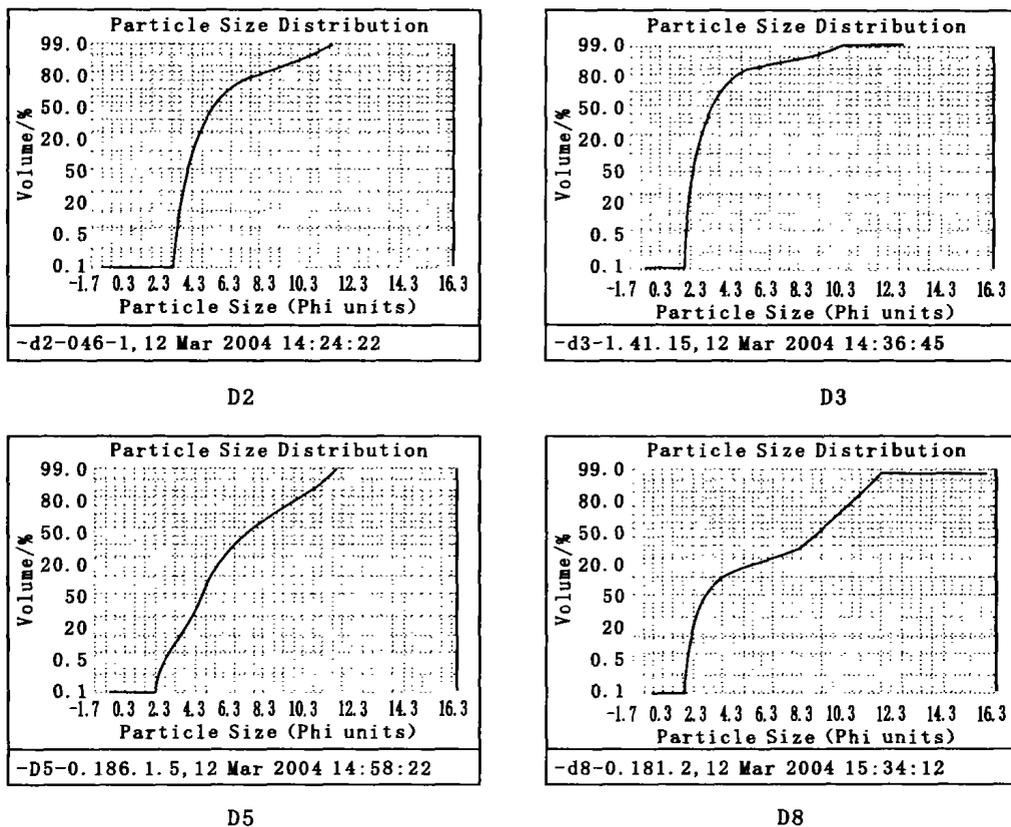


图5 概率累积曲线

在d9层所处的年代,该地区是一个湖水很深的湖泊;由于气候的变化或构造运动的影响,到d8层所处年代,该地区经历了一个湖退的过程,湖面变小,湖水变浅。到d7层所处的年代湖面继续减小,d7样品取样地点刚好是原湖泊边缘转变为流入湖泊的河流的河道。之后气候产生周期性变化,湖面扩大,湖水加深。到d5达到这个阶段的最大湖面。之后又经历一次湖泊退缩,在d3层所处年代,大面积湖底出露,

参考文献:

- [1] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物)粒度分析及其应用[M]. 北京:地质出版社,1978.  
[2] 蒋忠信. 砂的中值粒径与分选系数的经验关系及其对沉积环境的反映[J]. 沉积学报,1985,3(1):128-137.

(上接第89页)

### 3 结论与建议

(1) 旱坡地复合生态农业模式的建立,符合国家种草养畜的指导思想,也是元谋干热河谷区充分利用旱坡地发展畜牧业、改善生态环境和发展农村经济的必由之路。建立的4种模式与未建设的“罗望子+自然草被”相比,均体现了不同程度的综合效益。

(2) 以豆科牧草为主的“罗望子+木豆+柱花草”和“罗望子+木豆+绿肥”模式的培肥、改土效果,改善局地小气候效果尤为明显,综合效益好,有禾本科牧草合理补充时,是发展畜牧业中模式建设的首选。

参考文献:

- [1] 钟祥浩. 干热河谷区生态系统退化及恢复与重建途径[J]. 长江流域资源与环境,2000,9(3):381-382.  
[2] 纪中华,李建增,沙毓沧,等. 元谋干热区旱坡地生态果园建设模式[J]. 农业环境与发展,2002,19(1):8-9.  
[3] 何毓荣,徐建忠,黄成敏. 金沙江干热河谷区变性土的特征及系统分类[J]. 土壤学报,1995,32(增刊)(6):102-103.  
[4] 高维生. 元谋侵蚀沟谷高投入开发治理及效益[J]. 山地研究,1996,14(3):195.

采样地点刚好在流入湖泊的河流河道上。而d2和d1是又一次湖泊扩大的过程。

玛纳斯湖的演化受构造活动和气候变化的双重影响,构造活动主要对玛纳斯湖的空间位置、形态有重要影响,另外构造活动对玛纳斯河的影响也会波及玛纳斯湖的变化。气候变化主要对入湖水量以及湖水范围有重要的影响。

(3) “罗望子+木豆”建于坡改梯台地上,除罗望子本身产量和木豆产量影响外,其经济和社会效益都很突出,但考虑到模式的综合效益,必须适当介入其它牧草进行间作种植,提高地表覆盖度,以优化、改进的“罗望子(乔)+木豆(灌)+牧草(草)”模式出现,更好的改善土壤和生态环境。

(4) 以禾本科牧草为主的“罗望子+象草”模式,虽能有效改善局地小气候,但对土壤消耗较大,可适当与豆科牧草间作或轮作,中和禾本科牧草对土壤营养过度消耗造成的负面影响,同时,又能满足畜牧业养殖过程中的饲草多样化需求。

(5) 为了提高经济收益,有条件的情况下,提倡坡改梯后,再进行模式建设。