

综合研究

山区微小流域新型生态农业产业链构建 ——以三峡库区重庆万州陈家沟小流域为例

肖莉^{1,2,3}, 陈治谏¹, 李豪^{1,2}, 吴鹏飞⁴, 刘坤^{1,2}, 廖晓勇¹

(1. 中国科学院 成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100031;
3. 四川省交通厅 公路规划勘察设计研究院, 四川 成都 610041; 4. 西南民族大学 生命科学与技术学院, 四川 成都 610041)

摘要: 针对三峡库区小流域特有生态环境背景和社会经济情况, 立足于多年田间定位观测和模式运营跟踪, 以微小流域为单元设计生态农业产业链, 构建适合库区农业发展的坡地与低山平坝地果草收与种养(FPH-PB)复合生态农业模式, 并从供需层面设计模式运行机制。与库区传统CK模式和广泛耕作的单纯果园模式对比, FPH-PB模式达到了较好经济效益和生态效益, 特别在水土流失减小效应上, 该模式可有效控制地表径流产流量并降低土壤侵蚀, 最终减少入江泥沙含量; 模式宏观运营依托高校、科研院所及政府进行技术开发和指导, 面向以公司企业为媒介的加工增殖环节及直接消费层面, 以实时的科技和市场信号注入农产品产供销过程中, 实现库区农业产业化进程。

关键词: 微小流域; 生态农业产业链; FPH-PB模式; 模式运行机制; 效益分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)01-0135-04

中图分类号: S181

Constructing a New Type of Eco-agricultural Industry for Small Watershed in the Mountain Area

——A Case Study of the Chenjiagou Watershed in Wanzhou, Chongqing

XIAO Li^{1,2,3}, CHEN Zhi-jian¹, LI Hao^{1,2}, WU Peng-fei⁴, LIU Kun^{1,2}, LIAO Xiao-yong¹

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment Research, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610041, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 3. Research Institute of Road Exploration and Desire, Sichuan Bureau of Communications, Chengdu, Sichuan 610041, China; 4. College of Life Science and Technology, Southwest University for Nationalities, Chengdu, Sichuan 610041, China;)

Abstract: In accordance with the specific eco-environmental background and socioeconomic characteristics, a field experiment was conducted to deal with the characteristics of the agricultural ecosystem pattern and its operation status. By considering the abundant hill and mountain resources in the Yangtze River, the agricultural ecosystem pattern named FPH-PB was designed in unit of small watershed in order to adjust measures for local conditions. The FPH-PB pattern integrates the support-and-demand relation and operation mechanism and its applicability. Comparing to the traditional cropping pattern of CK and widely used pattern of pure pear orchard, the FPH-PB pattern provides higher economic and ecological benefits, especially in reducing soil loss. With the help of technologic exploitation and instruction from universities and academies, the FPH-PB pattern orients direct consumers and intermediary processing industries, provides experience of small watershed management and speedups the industrialization of agriculture in the Three Gorges Reservoir area.

Keywords: small watershed; agro-ecosystem industrial chain; FPH-PB pattern; operation mechanism; benefit analysis

三峡库区小流域众多, 具有丰富的光热水资源, 但该区坡陡山多, 岩体破碎, 且人口密度大, 农业生产开发不合理, 土地资源过度耕垦与资源浪费并重, 农业比较效益低下, 农业发展陷入人地关系失调与贫困

落后的恶性循环中^[1-4]。由于农业发展主要受到自然环境因素、市场经济因素和农业科技因素的影响, 故库区农业开发可从这三大影响因素出发, 发展兼顾农业经济效益与生态效益、社会效益的农业模式。本

收稿日期: 2006-01-19

修稿日期: 2006-04-06

资助项目: 中国科学院知识创新项目(KZCX2-316); 国务院三峡委办公室万县生态环境实验站资助项目(SX2001-021)部分研究内容

作者简介: 肖莉(1982-), 女(汉族), 四川宜宾人, 在读硕士研究生, 主要从事山地生态与可持续发展研究。E-mail: ggxiaohao@126.com; shirleyxiaoli@sohu.com。

文以重庆市万州区五桥陈家沟流域内的杨家沟和戴家沟 2 个微型小流域为例,在多年跟踪调查农业经营和田间定位观测基础上,构建适宜库区农业持续发展的生态农业模式。

1 研究区概况

陈家沟流域位于重庆市三峡库区万州长岭镇境内,是长江一级支流五桥河左岸支流,流域相对高差 380 m,呈现丘陵、低丘和平坝相间的地貌。

本试验地位于陈家沟流域内杨家沟和戴家沟两小流域,是陈家沟流域内次一级微型小流域(见图 1)。其中杨家沟小流域位于五桥长岭镇乔家村 5 组,闭合面积为 0.61 km²,海拔为 422~686 m,地势自南向北倾斜。戴家沟小流域位于长岭镇乔家村 9 组,闭合面积为 0.67 km²,海拔为 428~811 m,地势自东向西倾斜。

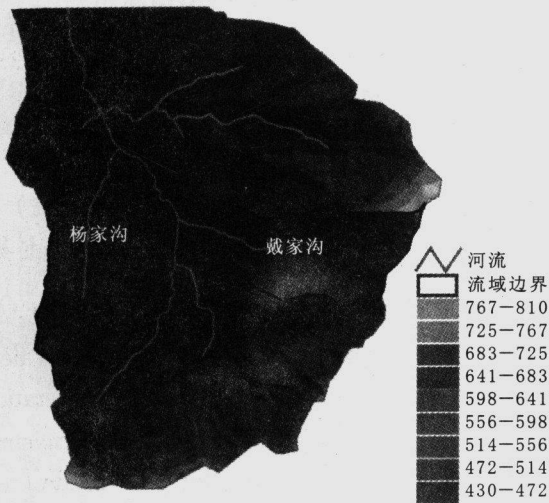


图 1 杨家沟与戴家沟微型小流域 Tin 图

2 影响农业开发的三重因素

2.1 自然因素

研究流域属中亚热带湿润季风气候,年均温度 17℃,年均降水量 1 100 mm,其年内分布不均,多集中于夏秋两季,易形成夏汛。地貌上,两小流域以浅、中丘为主,出露侏罗系沙溪庙组紫色砂泥岩地层,岩层倾角 15°~30°。其上发育灰棕紫泥,保水抗旱抗侵蚀能力较弱。两流域多陡坡,可耕作土地比重少,从表 1 看出,戴家沟和杨家沟两流域中坡度 >15° 的坡地面积分别占总面积的 86.19% 和 82.43%,丰富降水和易流失土壤为水土流失提供了动力,这就要求在农业活动中进行地力维护,以保障农业生产所需土壤资源的持续供给。

表 1 微型小流域坡度分级

流域	坡度/(°)	总面积/m ²	占总面积的比例/%
戴家沟流域	0~5	55 519	8.32
	5~15	36 661	5.49
	15~25	207 614	31.12
	>25	367 505	55.07
杨家沟流域	0~5	63 081	10.38
	5~15	43 733	7.20
	15~25	234 864	38.64
	>25	266 181	43.79

2.2 社会经济因素

截至 2004 年底,两研究流域总人口共 3 575 人。从业人员中,农业人口占 71.91%,外出务工人口达 701 人,人均耕地仅 0.032 4 hm²,人均收入不到 670 元,从图 2 知,居民农业收入主要源于种植业和牧业,其生产方式原始,种养结构单一,多为粮食、蔬菜—猪种养结构,区域间同化程度大。由于耕地面积不断减少,仅从事原有种植养殖活动已不能满足居民生存需求,这就需要改变农业生产结构,提高农产品价值,增加农民收入。

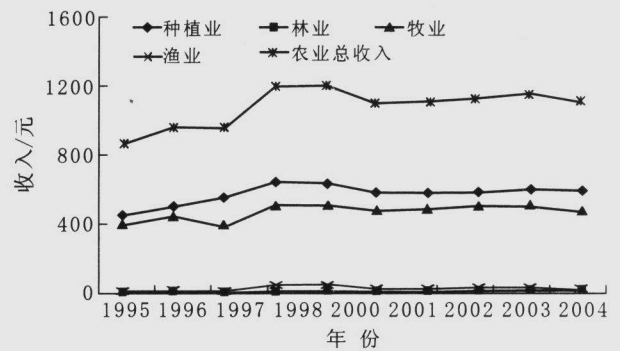


图 2 居民农业收入情况

2.3 科技与市场因素

库区农产品科技含量低,农产品市场发展滞后,一方面由于缺乏利用高新技术提高农产品附加值的认识和现代化企业的支撑,政府与从事农业产业化开发的企业、科研单位和高校合作力度不够。另外一方面农民市场参与意识不强,获取市场信息途径单一,对市场信号反应不灵敏,跟不上市场需要,导致农产品缺乏市场开拓力,难以形成“名、特、优、新、稀”产品^[5-6],甚至导致产品销路不畅,农民收入锐减。

3 新型生态农业产业链条设计

新型的生态农业产业链条依托于库区众多小流域,以微型小流域为单元进行生态农业基本格局的构

建。本研究以杨家沟和戴家沟微型小流域内新型土地利用方式为例,通过在坡地与低山平坝地上构建果草牧与种养复合生态农业模式,进行多年田间定位观测,以及宏观运营跟踪,达到构建优质高效的新型农业生态产业链条目的。

3.1 面向对象设计与技术体系设计

在设计中,根据地表下垫面特征选择相应生态农业模式,包括模式的平面及立体设计、时间设计、食物链设计与环境设计四方面,从而构建起立足于库区微型小流域特有山坡地资源,联合农户—科研单位—政府一起的生态农业模式。

3.1.1 坡地与低山平坝地果—草—牧与种养(FPH—PB)复合生态农业模式 果草牧与种养复合型(Fruit—Pasture—Herd and Planting—Breeding Pattern)模式布置于2小流域私人承包退耕还林坡地上(坡度 15°)。自2001年10月开始承包,承包期30a,承包面积共 45.3 hm^2 ,其中耕地租金 $1\ 950\text{ 元}/\text{hm}^2$,水田租金 $5\ 250\text{ 元}/\text{hm}^2$ 。按国家退耕政策,每 1 hm^2 土地每年补贴300元管理费和 $1\ 950\text{ kg}$ 粮食。初期基建包括:土地改土培肥、蓄水池修建和灌溉设施购置、购买种子、苗木以及苗木定植与修剪整形,工棚建设及支付工人工资等,建设中得到中科院万县生态环境试验站的技术指导。(1)果树定植。2001年12月,选择 2.33 hm^2 坡地定植梨树,品种包括翠冠、爱宕和丰水梨, 1 hm^2 地用于栽种桃树,包括油桃和中华寿桃;2002年定植薄皮柿子树 0.33 hm^2 ;2004年底定植 0.67 hm^2 枇杷。均采用 $2\text{ m}\times 3\text{ m}$ 密度栽种,梨树与桃树产量从2004年开始稳定。(2)牧草选择。2003年冬,在 3 hm^2 坡地上混播白三叶草和黑麦草,同时按垂直于坡向方向等距栽种黄花植物篱,株间距 5 cm ,行距间隔两行果树。(3)灰天鹅放养。放养1000只,以白三叶草和黑麦草为主要饲料,于2004年下半年果树收获后购入幼体,同年底即可售出成体。由于稳定果树产量需要2~3a时间,单种果树在最初几年中无法获得收入,资金周转不灵,难以进行果园维护。为减小承包商经济压力,同时布置种养模式。2002年和2003年,林下 2 hm^2 地套作花生、青椒和草莓,可当年售出;另在 0.67 hm^2 林下套作红薯,圈养12头猪,将红薯作为主要饲料来源,猪粪作为果树稳定肥料,以提高资源利用效率。

3.1.2 模式运行机制设计 由于模式前期投入较大,仅依赖单个农户或个人难以正常运行,且现阶段农户掌握农业科技要素与市场要素程度较低,对政策法规掌握不够,这就需要多渠道融资,得到政府和科技单位支持。模式运行机制可采用多农户—科研—

政府多方参与,一方面可解决单个农户难以筹集资金投入,改变现阶段落后的种养殖方式,调控新型农业模式,避免亏损甚至违法违规。本着农户自愿原则组成农户联合体,由政府出面,与农户联合体签订契约,双方共同出资,共同承担投资风险,在政府宏观调控下建设生态农业。另一方面,由于模式引种、正常运行和管理等有一定技术要求,这就需要与相关科研单位合作以获得技术指导。三峡库区本身重要的战略地位和特殊功能,吸引了多所大专院校和科研院所对农业问题的研究,具备获取技术指导的条件。由科研单位进行引种试验和品种栽培管理的前期研究,最终形成以农户联合体、政府与科研单位共同参与的新型生态农业模式,调整了农业组织结构,可逐步改变农民个体小生产者孤立而分散的生产组织形式,实现自给自足传统农业向现代化农业转变,达到多渠道融资,技术引导到位,市场反馈与政府宏观调控结合的现代化生态农业,组建起农户—政府—科研三位一体生态农业产业链的农产品基础供给层面。

从消费市场看,农产品可部分直接面向消费市场,以初级产品形式供给消费者;但真正实现农产品增值在于对农产品的精加工、深加工,这要求建立农产品—公司企业加工产业链提高农产品附加值。该链条拓展了农业模式经营对象,且可在产业结合部提供一定就业机会,吸纳更多劳动力。以往经营中,农户与公司签订供销合同常出现违约:农产品涨价时,农户倾向违约;农产品降价时,则公司倾向违约,其两者关系不稳定,约束力不够^[7]。而本模式加入政府参与,通过政府行政干预有效抑制违约。农产品—公司这一产业链的建立,从生产、加工到销售实现了“农工贸一条龙”,通过公司中介有机联系初级生产市场与消费市场,延伸了产业链条,增加了物质流动环节,提高了能量利用率,可有效提高农产品效益(图3)。

3.2 效益分析

3.2.1 经济效益 坡地果草牧与种养复合生态农业模式从2003年起产量开始稳定。选取生产成本、单位面积产出经济效益、净经济效益与投入产出比为主要经济指标。

以2004年不变价格计,比较该年各项经济指标,观测和统计结果(表2)显示,FPH—PB地块所产生经济效益与投入—产出比明显优于传统种植小麦—玉米—红薯顺坡平作模式(CK)和单纯果园,充分体现了“高投入、高产出”的效益性经营结果。单纯果园单位面积投入较大是因为每年维护果园需要投入一定人力物力,且所选香酥梨品种市场竞争优势不足又未能进行产业化开发,导致经济效益不突出。

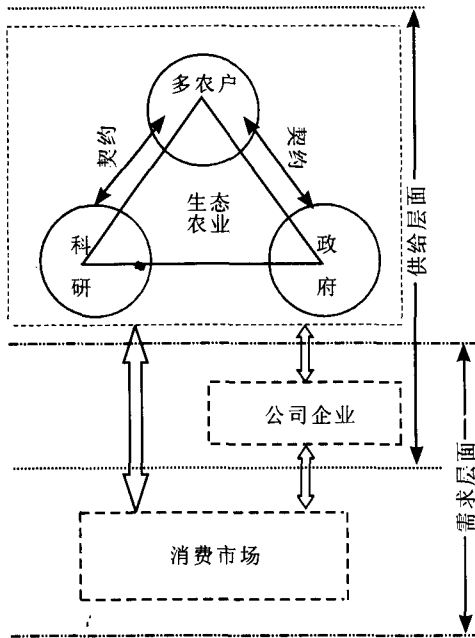


图 3 模式运行机制图解

表 2 不同种植模式的主要经济效益指标差异

生产方式	单位面积产出/ (元·hm ⁻²)	单位面积投入/ (元·hm ⁻²)	投产比
FPH—PB	60 000	31 000	1:1.936
CK	16 900	14 000	1:1.207
单纯果园	28 000	18 500	1:1.514

表 3 不同种植模式的主要生态效益指标差异

主要生态效益指标	FPH—PB	CK	单纯果园
农药施用密度/(kg·hm ⁻²)	45	56	75
化肥施用密度/(kg·hm ⁻²)	2 000	5 000	4 000
农药单位投入/(元·hm ⁻²)	1 667	1 950	3 000
化肥单位投入/(元·hm ⁻²)	3 000	5 000	5 000
杂草控制密度/(株·m ⁻²)	50	150	430

3.2.2 生态效益 三峡库区气候湿润,杂草生长迅速,布置农业模式需考虑杂草抑制效应的高低。FPH—PB 选取白三叶草和黑麦草混播,一方面白三叶草和黑麦草不与果树争肥,且白三叶草有一定固氮作用,可有效补充果树氮素,同时,白三叶草和黑麦草两种牧草可喂食牲畜,产生的粪便又可还园作为固定肥料来源,减少化肥使用,增加了能量流动环节,提高了资源利用效率;另一方面,白三叶草和黑麦草混播可形成一定侵占作用,能有效抑制杂草滋生。由表 3 知,FPH—PB 中杂草抑制效应显著,杂草密度可控制在 50 株/m²,仅为 CK 模式田间杂草密度的 1/3,而单纯果园中不仅作物品种单一,致使杂草密度达 430 株/m²,且杂草与果树争肥,需要施用大量农药。试

验表明,单纯果园中农药施用密度达 75 kg/hm²,分别是 FPH—PB 和 CK 农药施用密度的 1.67 倍和 1.34 倍。

3.2.3 水土流失减少效应 FPH—PB 模式中,变顺坡翻耕变为等高耕作,以立体连续植被替代种收相间断续植被。在林下套作牧草,布设等间距黄花植物篱,将坡面汇流变为林—林下一植物篱多重截流,因地制宜建立起一个综合的坡地防蚀体系。图 4,5 分别是 2004 年 5—9 月观测到不同模式所产生地表径流量和土壤侵蚀量。

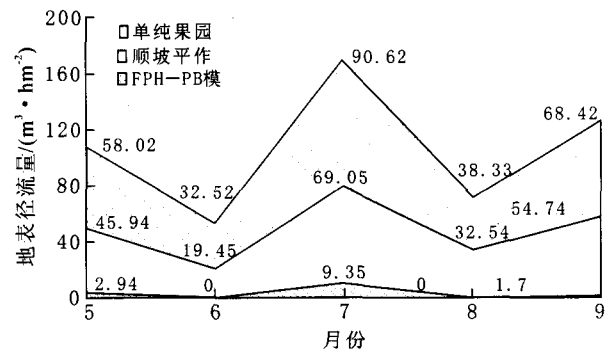


图 4 不同种植模式地表径流状况

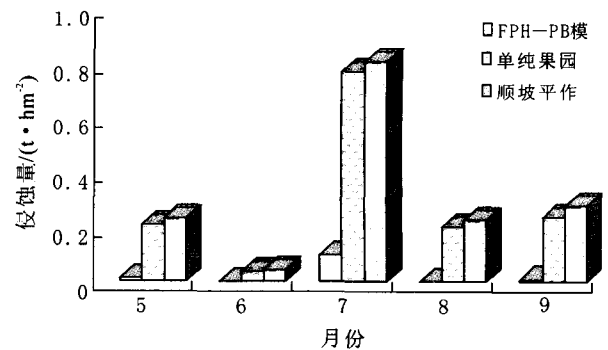


图 5 不同种植模式土壤侵蚀量状况

从图中可以明显看出,在相同降雨量下,FPH—PB 所产生地表径流量和土壤侵蚀量最小,即便在雨强最大的 7 月,CK 地表径流量达 69.05 m³/hm² 时,FPH—PB 仅产流 9.35 m³/hm²。在雨强和降雨量相对较小的 6 月和 8 月,未观测到 FPH—PB 产生土壤侵蚀,无产流。这是由于 FPH—PB 中,果树的繁茂枝叶减小了裸露的地表面积,截流了降雨,降低了雨滴击溅侵蚀。且牧草加大了地表覆盖度,茎叶截流降雨,增加了坡地渗透量。同时黄花植物篱将整个坡地按篱带间距大小划分为数个次级缓坡地,减小了坡地坡长,使得土壤颗粒淤积篱前,层层直接阻滞拦蓄,分散地表径流,减缓水流流速,最终降低泥沙携带搬运能力。

(下转第 145 页)

(上接第 138 页)

在全年降雨量最集中的 5—9 月内, FPH—PB 地表产流量和土壤侵蚀量仅 $13.99 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 与 $0.1225 \text{ t}/\text{hm}^2$, 而 CK 和单纯果园中地表径流量则达到 $221.72 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 和 $287.91 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 土壤侵蚀量则分别是 FPH—PB 的 11.78 倍和 12.85 倍。

4 结 论

坡地与低山平坝地果—草—牧与农林复合的生态农业模式是针对库区小流域特有地理环境特征和社会经济情况特点而构建, 充分考虑了长江流域大量山地坡地资源和充沛降雨, 经多年观测试验表明, 该模式具有较好经济效益和生态效益, 在控制水土流失方面效果显著, 可有效减少入江泥沙量。

在模式运行机制上, 依托高校、科研院所及政府进行技术开发和指导, 面向以公司企业为媒介的加工增值环节与直接消费市场两大消费层面, 以实时的科

技和市场信号注入农产品产供销过程, 实现了库区农业产业化。

[参 考 文 献]

- [1] 邓玉林, 陈治谏. 果牧结合生态农业模式的综合效益试验研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 24—27.
- [2] 方创琳, 冯仁国. 三峡库区不同类型地区高效生态农业发展模式与效益分析[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 228—234.
- [3] 杨林章, 李运东. 三峡库区复合农业生态系统及其构建途径[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(2): 205—209.
- [4] 徐琪. 三峡库区生态环境与农业持续发展[J]. 长江流域资源与环境, 1996, 5(1): 1—5.
- [5] 段小梅. 三峡库区高效生态农业建设与可持续发展研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2003, 13(4): 88—93.
- [6] 席承藩, 徐棋. 长江流域土壤与生态环境建设[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 145—147.
- [7] 成思危. 中国经济改革与发展研究[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001. 370—373.