

定西安家沟流域 3 种典型农林复合模式的评价研究*

蔡国军^{1,2}, 张仁陟¹, 莫保儒², 魏 强², 柴春山², 于洪波²

(1. 甘肃农业大学, 兰州 730060; 2. 甘肃省林业科学研究院 兰州 730060)

摘 要: 针对定西安家沟流域的自然特点, 提炼出了 3 种典型的农林复合模式, 即: 林-粮复合经营模式、林-草-畜复合经营模式和庭院经济复合经营模式。分别分析了 3 种模式的组成、结构及功能, 对 3 种模式的经济效益进行了评价。结果表明: 与坡地农田系统相比, 3 种典型的农林复合模式均具有较高的经济效益。其中庭院经济复合经营模式效益最大, 林-草-畜复合经营模式效益次之, 林-粮复合经营模式效益最低, 但均高于对照模式, 在实际生产中, 应结合具体情况, 营建相应的模式, 以追求最大的经济效益与生态效益。同时对各种农林复合模式的经营技术进行集成和优化, 并提出了科学、高效地开展栽培、经营、管理及利用技术。

关键词: 安家沟流域; 农林复合; 生态效益

中图分类号: S344

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0120-05

Evaluation of Three Typical Agroforestry Models in Anjiagou Watershed of Dingxi City, Gansu Province

CAI Guojun^{1,2}, ZHANG Ren dou¹, MU Bao ru², WEI Qiang², CHAI Chun shan², YU Hong bo²

(1. Gansu Agriculture University, Lanzhou 730060, China; 2. Gansu Forestry Science and Technology Research Academy, Lanzhou 730020, China)

Abstract: Based on the natural characteristics of Anjiagou watershed in Dingxi city, Gansu province, three kinds of typical agroforestry models were selected, namely that grass crop composite farming model, forest grass livestock composite farming model and courtyard economy composite farming model. Meanwhile, the contrastive analysis was made on the composition, structure and function of three agroforestry models and their economic benefits were evaluated in the paper. The results indicated: there was higher economic benefit of three typical agroforestry farming models and their benefits were all higher than that of slope crop system. Among them, the economic benefit of courtyard economy farming model was the biggest, the second was the model of forest grass livestock composite farming and the benefit of forest crop composite farming model was the lowest. In practical farming, the suitable model should be established in terms of local specific conditions so as to obtain maximum economic benefit and ecologic benefit. At the same time, the farming techniques of various agroforestry models have been integrated and optimized. And the scientific cultivation, management and utilization techniques were put forward too.

Key words: Anjiagou watershed; agroforestry; ecological benefit

农林复合生态系统经营是运用时空排列法, 有目的地把多年生木本植物与多年生或 1 年生草本或牧草等组合在同一土地经营单位上, 构成一个生产多样产品(农、林、牧、药材等), 充分发挥土地潜力(土壤、空间、光、热、水、气等), 保持生物与环境之间、生物与生物之间平衡的高效复合生态系统^[1]。开展农林复合生态系统的建设与经营, 对改善生态环境、防止水土流失和农民脱贫致富将发挥重要作用^[2]。在人口剧增、土地资源锐减、生态环境脆弱的黄土高原, 开展持续高效的农林复合经营是解决农林争地矛盾的有效途径。目前我国的农林复合经营从定性研究向定量研究, 从单一模式

的定量研究向系统的定量化研究深入发展, 除了对农林复合经营的结构、功能、土地利用形式、立地划分等做了大量研究外, 开始对农林复合经营系统中营养元素的循环、农林复合经营对水土流失的作用、合理的轮作期、农林复合经营系统的管理、环境效应、经济效应、不利影响开展研究, 基于 GIS 的农林复合经营模拟分析研究^[3-8]。

1 研究地点和方法

1.1 研究区概况

试验地位于定西市安定区安家沟流域, 地理位置 104°23'

* 收稿日期: 2008-02-28

基金项目: “十五”国家科技攻关项目“半干旱黄土丘陵沟壑区水土流失防治技术研究与示范”(2004BA606A-03)

作者简介: 蔡国军(1965-), 男, 甘肃临洮人, 博士, 研究员, 主要从事半干旱地区生态恢复研究。E-mail: cgj1665@163.com

E、35°21'N, 海拔 1 900 m, 属温带大陆性季风气候带, 年均气温 6.3 °C, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 2 239.1 °C, 极端最高气温 34.4 °C, 极端最低气温 -27.1 °C, 年均降水量 425 mm, 但时空分布极不均匀, 主要集中在 7-9 月, 在植物需水期严重缺水。太阳辐射 592.1 kJ/(cm²·a), 年日照时数 2 409 h, 无霜期 141 d; 年蒸发量 1 510 mm, 沟壑密度 3.14 km/km²。土壤为黄绵土, 有机质含量 0.37%~1.34%, 0-200 cm 土壤容重平均为 1.2 g/cm³, 由于干旱缺水, 植物稀少, 加之当地群众对生态系统的干扰与破坏, 本流域水土流失十分严重。

1.2 研究对象

以新建的 3 种农林复合模式林-粮复合经营模式、林-草-畜复合经营模式和庭院经济复合经营模式作为研究对象, 以坡地农田作为对照, 开展观测和研究。

1.3 研究方法

2001 年在定西市范围内广泛调查的基础上, 同年在安家沟流域建立精选的 3 种农林复合模式, 2005 年调查测试各种模式中林、草、农作物的品种、数量、分布等, 分析各模式的功能, 测定各模式的总产值、投入产出比、劳动生产率、土地生产率及农产品商品率等指标, 应用层次分析法评价不同模式的经济效益。

2 结果分析

通过对项目区农林复合经营模式评价与遴选, 依据农林复合生态系统植物配置技术, 初期筛选和示范了 6 种模式^[9-10]。在初期筛选与示范的基础上, 通过进一步总结、优化和凝练, 通过借鉴黄土高原地区相关的农林复合研究成果^[11-12], 筛选出了 3 种农林复合经营模式, 即: 林-粮复合经营模式、林-草-畜复合经营模式和庭院经济复合经营模式。

2.1 林-粮复合经营模式的组成、结构与功能

2.1.1 组成

林-粮复合经营模式是半干旱黄土丘陵沟壑区最主要的农林复合生态模式, 一般配置于梁峁坡中下坡位的农田区域, 主要是为了固持农田地埂, 减少耕地土壤侵蚀, 充分利用土地资源, 增加农民经济收入而设计的一种模式。其主要配置方式为: 柠条-粮食作物, 甘蒙柽柳-粮食作物, 紫穗槐-粮食作物等, 在半干旱黄土丘陵沟壑区的不同区域、不同坡向、不同坡位的梯田中, 可以存在许多不同的配置。

2.1.2 结构

该模式以水平梯田田面和梯田坎组成, 梯田种植农作物, 地坎栽植灌木, 农作物主要种植小麦、谷子、糜子、胡麻、豌豆、扁豆、马铃薯等, 农作物秸秆配合其它饲料进行养殖; 柠条、柽柳、紫穗槐等灌木配置在农田地埂, 兼水保、薪柴及饲料作用。灌木栽植在地坎高度 1/2 或 1/3 处(距梯田田面高度大约 50 cm 处), 视地埂大小定植 1~2 行, 行距 1.5 m, 株距 1 m, 株与株之间成“品”字形定植。

2.1.3 功能

在梯田坎上种植灌木, 因其枝叶的拦蓄作用, 可使田埂免遭雨滴的直接溅蚀, 而且因植物根系的固土作用, 可以稳定地埂, 保护田面, 有利于固土保水, 改善生态环境。虽然

林木的介入加剧埂坎边附近土壤水分相对亏缺程度, 但是, 经过试验表明, 作物与林坎界面附近土壤水分并未连续下降, 而是林木介入后形成了新的水分平衡系统, 林木利用原来侧面蒸发面的部分土壤无效耗水, 提高了系统的土壤水分的利用率和生产力^[13]。因为灌木生长在梯田坎面上, 对梯田农作物的遮阴是很微弱的。地埂灌木还可每隔 2~3 a 平茬一次, 提供薪材和饲料。据测定, 在安家沟流域梯田埂坎定植的 2 a 生紫穗槐株高可达到 1.0~1.5 m。紫穗槐对于改良土壤、保持水土有很好的作用, 其幼嫩枝叶营养丰富, 其蛋白质含量比紫花苜蓿高 37.16%, 粗脂肪含量比紫花苜蓿高 73.91%, 是优良的饲料树种。

2.2 林-草-畜复合经营模式的组成、结构与功能

2.2.1 组成

该模式主要适宜于坡度较大的退耕地, 主要包括侧柏、山毛桃、甘蒙柽柳-紫花苜蓿配置; 山杏、沙棘-紫花苜蓿配置; 云杉、沙棘-紫花苜蓿配置等。紫花苜蓿是家庭养殖业的主要饲料来源。

2.2.2 结构

在 $> 15^{\circ}$ 的退耕坡地, 沿等高线以坡地-水平沟-地埂整地。坡地间距以宽 6 m 左右为宜, 种植紫花苜蓿; 水平沟长宽深规格为: 6.0 m × 1.5 m × 0.2 m, 沟内以 2 m 株距定植山杏、侧柏或云杉; 在地埂外沿, 以 1.0 m 株距栽植沙棘或柠条。该模式主要位于中上坡位、坡度为 15~25° 的退耕还林地。

2.2.3 功能

林-草-畜复合经营模式是农林复合生态系统的重要模式之一, 该模式对改善环境和发展经济都发挥着重要作用。多年生紫花苜蓿固土作用强, 但入渗能力差, 将紫花苜蓿地多余的径流量拦截于水平沟中, 既减轻土壤侵蚀强度, 又能补充林木所需水分, 提高水分的利用率。林草及其工程措施能很好的保持水土, 牧草为养殖业提供足量、优质的饲草。利用该种模式发展林草, 通过林草生产及畜禽养殖之间的转化利用, 能够促进多能互补, 调控能源结构, 增加经济收入, 提高植被覆盖率, 改善农业生态环境。同时该模式经营具有多功能、多用途的综合效应, 尤其是以草养畜、以畜产肥、畜肥壮田的良性循环是半干旱黄土丘陵沟壑区群众尽快致富的有效途径。

2.3 庭院经济复合经营模式的组成、结构与功能

2.3.1 组成

庭院经济复合经营模式主要包括果树-蔬菜复合配置、果树-牧草复合配置和节能日光温室配置。在该区域适宜的果树主要有梨树、花椒等, 蔬菜以白菜、萝卜、辣椒等为主; 牧草主要指紫花苜蓿、豌豆等。节能日光温室主要栽培高附加值的食用菌和蔬菜, 蔬菜有黄瓜、西红柿、辣椒等。

2.3.2 结构

在村庄附近及庭院周围修建集流场, 建集水窖, 收集天然降水, 利用集流水发展庭院经济和家庭养殖业, 增加农民收入。其模式为: ①果树-紫花苜蓿复合配置: 在庭院内及村庄四周种植梨树、花椒等, 在果园内套种紫花苜蓿, 发展家

庭养殖(牛、羊、猪、鸡),使其形成比较典型的庭院经济模式。一般一户农家可建 800 m² 左右的集流场和 6 眼水窖,利用所收集的天然降水,用节水灌溉措施经营果园 0.13 hm²,梨树以每个品种按 2 m × 5 m 的株行距隔 2 行混交,花椒按 2 m × 5 m 的株行距定植;②节能日光温室模式:在地势平坦、背风向阳的地方建节能日光温室,利用所收集的天然降水在其内种植价格高、经济效益好的优质蔬菜,发展农村经济。

利用村庄道路区对自然降雨进行聚集、蓄存和高效利用,能够为该模式的发展发挥重要的作用。其一是在以四旁蓄水坑为主的小型工程旁配置高产林、果;二是采用自然集流面与人工集流面相结合的方式,修建贮存设施,集存降雨,加以利用,解决以果园、蔬菜为主的庭院经济、作物需水关键期和严重干旱期的有效补充灌溉和人畜饮水问题。

2.3.3 功能

大力发展庭院经济复合经营模式对于充分利用自然资源,解决农村剩余劳动力,增加农民收入,提高农民生活水平,发展农村经济,加速山区群众建设小康社会的步伐有重要意义^[14]。梨-蔬菜配置模式在半干旱黄土丘陵沟壑区具有悠久的发展历史,至今仍是解决农村蔬菜自给的重要方式,近年来随着农民商品观念增强、栽培技术和手段的提高,庭院经济不断扩大经营规模,向集约化、开放型发展。对安家沟流域示范农户调查,在集流灌溉及科学栽培管理条件下,一株 5~6 年生的梨树可产优质梨 50~60 kg,单产可达 49 500~59 400 kg/hm²。花椒为重要的香料灌木,喜光,阳光充足时结果繁茂,庇荫下生长结实均差,喜温暖,幼树遇 -18℃ 的低温易受冻害,大树能耐 -25℃ 左右的低温,较耐干旱。在阳坡或半阳坡居住的农户利用庭院周围的空地发展该模式,具有较高的经济价值。

2.4 农林复合生态系统经济效益评价

通过 5 a 的试验示范,根据不同立地条件筛选出了有代表性的 3 种农林复合模式主要分布在已修整好的水平梯田、梁峁缓坡地和居民庭院,是当地农民经济收入的主要基地。本文在对甘肃中部黄土丘陵沟壑区农林复合生态系统综合效益评价^[15]的基础上重点分析农林复合经营模式的经济效益。

对各模式评价时统一以 1 hm² 为约束规模,各模式指标的实测值均为 1 hm² 的数值,在林-草-畜复合经营模式中,林-草配置按 1 hm² 计,养殖规模按每 1 hm² 3 头牛或 15 只羊单位计。本研究以坡耕地农田生态系统各项指标的数值作为基准值,用层次分析法(AHP)对各类型农林复合生态系统经济效益分别进行评价和对比分析。

2.4.1 应用层次分析法评价不同模式效益评价

(1) 建立层次模型。用 T₁、T₂、T₃ 分别代表林-草-畜复合模式、林-粮复合模式和庭院经济复合模式。用 T₄ 代表坡耕地农田模式,以 T₄ 作为对照,建立层次模型表 1。

(2) 计算指标权重。在确定指标权重时,根据各项指标对评价总目标的不同贡献率,对各指标赋予相应的权值。本研究采用专家打分法,结合研究的实际情况,按照有关层次分析法构造判断矩阵的原理和方法,建立各评价指标对于总

目标的判断矩阵。采用和积法确定各评价指标相应的权重如表 2 所示。

表 1 农林复合经营模式效益评价指标体系

模 式	目标层(A)	指标层(B)
林-草-畜复合模式(T ₁)	经济效益(A)	模式总产值(B ₁)
林-粮复合模式(T ₂)		投入产出比(B ₂)
庭院经济复合模式(T ₃)		劳动生产率(B ₃)
坡地农作物经营模式(T ₄)		土地生产率(B ₄)
		农产品商品率(B ₅)

表 2 农林复合经营模式经济效益评价判断矩阵及对应权重

经济效益(A)	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	权重	标准化权重
模式总产值(B ₁)	1	2	3	4	4	2.491	0.413
投入产出比(B ₂)	1/2	1	2	2	3	1.431	0.237
劳动生产率(B ₃)	1/3	1/2	1	2	3	0.998	0.116
土地生产率(B ₄)	1/4	1/2	1/2	1	3	0.715	0.119
农产品商品率(B ₅)	1/4	1/3	1/3	1/3	1	0.390	0.065

(3) 判断矩阵的一致性检验。在层次分析法中根据各判断矩阵的特征向量,求出其最大特征根 λ_{max},计算判断矩阵偏离一致性的指标 CI 值,用来检查决策者判断思维的一致性。

$$\lambda_{\max} = \sum \frac{(AW)_i}{nW_i}$$

AHP 中应用随机一致性比率 CR 来检验是否具有满意的一致性,其公式为

$$CR = \frac{CI}{RI}, \text{ 其中 } CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

按照公式计算结果为: CR = 0.063

从一致性检验结果看, CR ≤ 0.1, 因此可以认为所构造的判断矩阵具有完全满意的一致性。

(4) 指标无量纲化处理。以农林复合经营中在目前条件下经济效益所能达到的最佳水平值作为标准值,用实测值与标准值进行对比,获得各指标的无量纲化值。标准值、实测值及无量纲化值见表 3-5。

表 3 各类型指标标准值

标准值	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
	5000	0.4	10000	500	0.7

表 4 各类型指标实测值

模 式	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
T ₁	4912.85	0.470	13583.46	314.72	0.525
T ₂	4718.34	0.563	15251.21	314.56	0.401
T ₃	24935.0	0.488	14961.00	1662.33	0.667
T ₄	2768.3	0.903	7909.4	184.6	0.4

表 5 各类型指标无量纲化值

模 式	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
T ₁	0.983	5.319	1.079	0.497	0.569
T ₂	0.840	3.272	0.681	0.560	0.573
T ₃	4.855	6.702	1.273	3.237	0.476
T ₄	0.824	0.741	1.051	0.549	0.573

(5) 农林复合生态系统不同模式经济效益值计算。各指

标经无量纲化处理后的数值为 X_{ij} , 所对应的标准化权重为 $W_i \times W_{ij}$ 。某一模式的最终效益指标值的计算公式为

$$A_i = \sum_{j=1}^5 X_{ij} \times (W_i \times W_{ij})$$

式中: A_i ——第 i 模式总效益; i ——模式个数; j ——指标数; W_i ——各指标的权重值; W_{ij} ——各指标所对应的标准化权重值。

利用表 4 中各指标的无量纲化值及所求出的对应标准化权重, 计算出各模式经济效益值如表 6。

表 6 农林复合经营模式经济效益值

模式	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
效益值	1.94	1.34	4.22	0.79

2.4.2 农林复合经营模式效益分析

农林复合模式打破了单一的种植结构, 形成了农、林、牧紧密结合的新格局。多层次利用物质和能量, 是自然生态系统的基本功能之一, 农林复合模式比单一的农作物经营能更有效地进行物质、能量的多层次多途径利用, 减少营养物质外流, 不仅提高了资源的利用率, 改善环境质量, 而且能获得良好的经济效益。

从表 2 的权重计算结果看, 各指标对经济效益的影响强弱依次顺序为: 模式总产值 $B_1 >$ 投入产出比 $B_2 >$ 劳动生产率 $B_3 >$ 土地生产率 $B_4 >$ 农产品商品率 B_5 。由此可以看出经济效益中模式总产值所占权重最大, 农产品商品率所占权重最小。从表 5 的各模式经济效益计算值可以看出, 与坡地农田系统相比, 3 种典型模式均具有较高的经济效益。4 种模式效益值排序为 $T_3 > T_1 > T_2 > T_4$ 。下面对各典型模式的经济效益分别进行评价和分析。

(1) 林-草-畜复合经营模式。在农林复合模式的动态经营过程中, 整个系统在不停地将太阳能转化为生物能, 并通过养畜转化, 能充分利用自然资源达到合理的物质循环。

从表 5 的计算结果看, 林-草-畜复合经营模式的效益值为 1.94, 坡地农田经营模式的效益值为 0.79, T_1 模式的效益值比 T_4 模式提高了 145.6%, 说明 T_1 与 T_4 模式相比, T_1 模式具有显著的经济效益。从单项指标实测值对比分析, T_1 模式的 5 项指标均高于 T_4 模式, 其中模式总产值提高了 77.5%, 投入产出比降低了 0.43%, 劳动生产率增加了 71.74%, 土地生产率提高了 70.53%, 农产品商品率提高了 30.92%。在 T_1 模式中, 将原来的坡耕农田退耕种植紫花苜蓿, 将土地的初级生物产量转化为经济价值较高的畜产品, 增加了土地生产率, 提高了系统内物质的经济价值及产品商品率。相对而言, T_4 模式仅生产低产的粮食作物, 不能变为商品, 对经济效益的贡献率远远低于 T_1 模式。从农户调查统计结果看, 安家沟流域养殖业收入占农业总农收入的 60.8%, 从事养殖业的农户人均收入可增长 30%~60%, 是种植业的 4 倍左右, 而且, 家庭养殖的牲畜每年可提供的畜力折合价值约为 1 125 元。养殖业本身商品属性高、投资少、见效快, 具有周期短、灵活多变等特点。另外, T_1 模式除输出畜产品外, 将产生的有机肥还田, 以牧促农, 保持土地养分平衡, 实现土地资源的可持续利用。在 4 种模式中, T_1 模

式的效益值排序位居第二, 仅次于 T_3 (庭院经济复合模式) 的效益值, 因此可以说, T_1 模式具有明显的经济效益优势。

(2) 林-粮复合经营模式。林-粮复合经营模式使灌木与农作物有机地结合起来, 充分利用闲散的地埂营造灌木, 既降低了土壤侵蚀, 又提高了土地生产力, 是一种较为普遍的农林复合模式。从表 5 的计算结果显示, 林-粮复合经营模式的效益值为 1.34, 比 T_4 模式的效益值 0.79 提高了 69.62%。从模式的各项指标来看, T_2 模式单位面积产值为 4 718.34 元/hm², 比 T_4 模式的总产值 2 768.3 元提高了 70.4%, 这主要是在林-粮复合经营模式中, 农作物种植地均为水平梯田, 作物产量大大高于坡耕地产量, 同时水平梯田配以地埂灌木护埂, 有效保护了耕地, 减少了土壤侵蚀, 为作物创造了良好的生长环境, 且地埂灌木本身又可产生一定的经济效益, 提高了单位土地的生产力, 从而增加了模式的总产值。从单位面积的投入产出比来看, T_2 模式比 T_4 模式降低了 43%, 说明在相同的投入水平下, 林-粮复合经营模式比坡耕地农田模式的产值明显增加。在 T_2 模式中, 土壤肥力、水分状况均优于 T_4 模式, 作物产量相对较高, 且地埂栽植的花椒、紫穗槐、柠条、甘蒙柽柳等灌木充分利用了土壤深层的水分和养分, 使土地的生产潜力得以发挥, 总体经济效益高于单一种植的坡地农田系统。据测定, 林-粮复合模式中农作物的产量与单一种植的梯田农作物产量基本相等, 如在柠条-小麦经营模式中, 小麦平均单产为 3 000 kg/hm², 单一梯田小麦种植模式中小麦平均单产为 3 030 kg/hm²。

(3) 庭院经济复合经营模式。安家坡小流域庭院经济复合经营模式的主要形式为果园-牧草/蔬菜。从调查分析及评价结果看, T_3 模式的效益值为 4.22, 位居 4 个模式之首, 比对照模式 T_4 的效益值 0.79 提高了 434%, 比 T_1, T_2 模式的效益值分别提高了 117.5% 和 203.6%。这充分说明 T_3 模式具有显著的经济效益。从单项指标值来看, T_3 模式产值为 24 935 元/hm², 比 T_4 模式产值增加了 22 167 元/hm², 其投入产出比为 0.48, 与 T_2 模式相当, 但比 T_4 模式降低了 41.5%, 比 T_1 模式降低了 34%。另外, 从土地生产率指标来看, T_3 模式可达到 24 984 元/hm², 分别比 T_1, T_2, T_4 模式高出 20 214 元/hm²、20 215.5 元/hm²、22 167 元/hm², 说明 T_3 模式相对于其它几个模式发挥出了更大的土地生产潜力。由于果园生产的果品具有很高的商品属性, 其产品商品率最高, 有 67% 的产品可转化为商品, 直接为农民带来经济收益。从以上分析来看, 庭院经济复合经营模式具有很高的经济收益。农户杨世林一家栽植了 0.2 hm² 果园, 主要品种为早酥梨、茄梨、锦丰梨等, 一年全园投入劳力、畜力、肥料等 1 288 元, 卖果品收入约 4 000 元, 果园间作紫花苜蓿产值达 612 元, 蔬菜、薪柴等收入 100 元, 果园一年总产值达到 4 712 元, 远远高出种植农作物的经营收入。同时在果园种植紫花苜蓿, 不但提高了土壤肥力, 改善土壤理化性能, 以种养地, 也促进了家庭养殖业的发展, 产生了可观的间接效益。

T_3 模式的这种高效益与它的高投入有直接关系, 该模式需要特定的生产环境, 其经营场所要求地势比较平坦, 背风向阳, 有一定的集流面积, 以满足果树生长结果对光、热、

水的需求。同时对肥料的要求也比 T_1 , T_2 , T_4 模式高, 是一种集约程度较高的经营模式。

应该指出的是, T_3 模式虽然在 4 个模式中具有最高的综合经济效益, 但是它的发展规模受地类限制, 在半干旱黄土丘陵区严重缺水的山地, 只能在家庭院落和庄前屋后的空隙地开展这种模式的经营, 要想扩大到阶地、梁峁坡地等场所, 因水肥条件限制经营要求反而会影响其效益的发挥, 经济效益可能要比相同条件下 T_1 , T_2 甚至 T_4 模式还低。因此, 要发展庭院经济模式, 必须因地制宜的利用土地资源, 在有条件的地方开展经营活动, 以取得最优效益。

通过对以上几种农林复合模式的评价分析可以看出, 所筛选的 3 种模式各有优势, 适合流域内不同的立地类型条件。在土地利用优化设计时应根据具体情况, 充分利用当地的自然资源和劳动力资源, 在保持生态效益稳定的前提下, 因地制宜, 在不同立地类型配置适宜的农林复合经营模式, 以期获得最佳的经济收益。

3 讨论

(1) 从对各模式经济效益计算值可以看出, 与坡地农田系统相比, 3 种典型的农林复合模式均具有较高的经济效益。其中庭院经济复合经营模式效益最大, 林-草-畜复合经营模式效益次之, 林-粮复合经营模式效益最低, 但均高于对照模式, 在实际生产中, 应结合具体情况, 营建相应的模式, 以追求最大的经济效益。

(2) 本项目研究的 3 种模式属于该类型区主要的农林复合模式, 但不能代表全部, 可能在生产中还会总结和创造出结构更合理、功能更完善、效益更显著的其它模式。

(3) 各种模式的结构、功能及效益随着时间和空间的变化而发生变化, 在一定的程度上需要人工调控及能量的注入, 这方面的工作有待更进一步地研究。

(4) 每一种模式是一个开放的生态系统, 它与外界环境不断地发生着物质和能量的交换, 其效益随时间、市场、经营技术、经营强度等因素的变化而变化。

(5) 各种模式要在科学经营下才能取得最大的经济效益。科学、高效地使用相应的栽培、经营、管理及利用技术。以每个模式为单位, 从模式的设计、配置、经营、管理等过程, 将各项技术进行组装集成, 达到模式效益的最大化及系统的可持续性发展。调整粮食作物、林草、饲料作物的种植比例, 确定适宜的种植和养殖规模。通过改良农畜品种, 优化生产

环节, 应用农林牧各项生产技术, 集成农林复合模式经营技术, 整合农产品资源, 实现农林牧产业结构的合理配置和种养加产业链的循环。达到经济效益最大化。

参考文献:

- [1] 孟平. 农林复合生态系统研究[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 5-20.
- [2] 冯宗炜, 王效科, 吴刚, 等. 农林业系统结构和功能[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 6-15.
- [3] 傅伯杰, 陈利顶, 邱扬, 等. 黄土丘陵沟壑区土地利用结构与生态过程[M]. 北京: 商务印书馆, 2002: 5-16.
- [4] 李文华, 赖世登. 中国农林复合经营[M], 北京: 科学出版社, 1994: 78-85.
- [5] 卢琦, 赵顺体, 师永全, 等. 农林业系统仿真的理论与方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999: 117-125.
- [6] 张喜民, 侯志研, 陈奇, 等. 我国农林复合经营研究概况[J]. 粮食作物, 2006(2): 156-157.
- [7] 卢双珍. 论退耕还林与农林复合经营[J]. 林业调查规划, 2005(2): 69-72.
- [8] 刘俊杰, 陈瑶. 农林复合经营的研究进展[J]. 内蒙古林业调查设计, 2005(2): 30-35.
- [9] 莫保儒, 彭鸿嘉, 蔡国军, 等. 定西地区黄土丘陵沟壑区农林复合生态系统分类研究[J]. 甘肃林业科技, 2004, 29(2): 7-10.
- [10] 莫保儒, 蔡国军, 于洪波, 等. 定西地区黄土丘陵沟壑区农林复合生态系统主要类型及其模式设计[J]. 甘肃农业科技, 2006(3): 5-11.
- [11] 宋西德, 罗伟祥, 侯琳, 等. 黄土丘陵沟壑区复合农林业经营类型模式研究[J]. 防护林科技, 1999(1): 23-27.
- [12] 吴发启, 刘秉正. 黄土高原流域农林复合配置[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003: 32-36.
- [13] 闫德仁, 冯立岭, 吴艳辉, 等. 农林复合经营土壤养分变异的研究[J]. 内蒙古林业科技, 2000(3): 15-18.
- [14] 徐国祯, 邓华锋. 农林复合经营系统的一种重要形式: 庭院经济[J]. 世界林业研究, 1989(4): 45-48.
- [15] 彭鸿嘉, 莫保儒, 蔡国军, 等. 甘肃中部黄土丘陵沟壑区农林复合生态系统综合效益评价[J]. 干旱区地理, 2004, 27(3): 367-372.

(上接第 119 页)

- [13] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值测评[J]. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.
- [14] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.
- [15] 闵捷, 高魏, 李晓云, 等. 武汉市土地利用与生态系统

服务价值的时空变化分析[J]. 水土保持学报, 2006(4): 170-174.

- [16] 喻建华, 高中贵, 张露, 等. 昆山市生态系统服务价值变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005(2): 213-217.
- [17] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-195.