

# 马家沟流域商品型生态农业系统优化研究

李 昕<sup>1</sup>, 姜志德<sup>1</sup>, 王继军<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以商品型生态农业相关理论为基础,研究了区域马家沟流域生态经济现状;据此提出稳步推进苹果产业发展等优化思路。随后按照优化思路引入水土保持相关理论、设定畜牧业不同发展模式,使用线性规划的方法对当地经济发展进行了优化。在优化后的3种情景中,农、林、牧业总收入分别提升了20.67%、35.90%、26.15%,水土流失程度分别下降了10.68%、8.14%、10.69%,并且在后2种情景优化后养羊业获得超过200%的极大增长率,但从绝对值来看,苹果业由于占总收入约60%的这一较大比重,其仍然是优化后增长量的主要构成部分。由此可以看出,在严格保护生态环境的约束条件下,适度开放林下草资源能够有效促进流域内经济发展。同时,如果苹果产业能够实现精细化管理,提高产业附加值,以当地苹果产业为重心发展,能够最大程度的实现区域经济发展与生态保护双赢这一目标。

**关键词:**商品型生态农业;林下草资源;线性规划;马家沟流域

**中图分类号:**X 171.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0188-06

马家沟流域隶属于陕西省安塞县,位于黄土高原的丘陵沟壑区,水土流失曾经十分严重,1999年以前土壤流失模数曾高达 $8\,740\text{ t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ [1]。经过近10年的治理和退耕还林工程的实施,在2008年,马家沟流域年土壤侵蚀模数降到 $5\,700\text{ t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ [2]。一方面要继续稳固水土保持现有成果,强化生态环境质量保护,另一方面当地的农业产业经济尚存在着发展相对滞后的问题。安塞县农业生态经济系统现状耦合模式并未充分利用农业资源,系统耦合效果较低,存在着局部相悖态势[3]。从相似区域研究来看,其原因主要是由于在林草地资源大量闲置和利用不充分的状况下,农业产业结构与资源结构尚存在较大偏差[4]。安塞县产业发展尚未建立在环境改善、农业资源量增加的基础之上,影响了区域经济效益进一步提高[5]。可以说,如何优化当地资源配置和产业结构,实现生态与经济的耦合协调、可持续发展,正是当前黄土高原丘陵沟壑区的典型代表区域-安塞县马家沟流域所面临的紧迫现实问题。

现有的生态经济优化研究大致有两方面:一是以土

地、水源等自然资源量为基础,以所建立的生态与经济价值函数为导向进行数量分析,提出具体优化目标阈值[6-7];二是以产业经济理论为起点,从整体战略上优化设计未来经济发展运行的路径方向[8-9]。并且,已有的农业生态经济优化研究大多只考虑某一单一情景下的优化结果,而现实过程中却存在着多种路径可以进行选择,该研究在已有研究基础上考虑了多种可能的发展情景,综合以上2种研究思路,从产业经济理论与系统耦合的共同视角来解读区域发展现状,以宏观生态经济价值加上产业战略共同作为导向来建立价值函数,以健全商品型生态农业为实施路径,最终期望达到促进区域生态经济耦合协调发展的目的。

## 1 流域内社会经济现状分析

### 1.1 区域背景

流域总面积 $7\,560\text{ km}^2$ ,其中林地 $4\,623.85\text{ km}^2$ 。共有6个行政村,29个自然村,人口4 738人,农作物种植以玉米、土豆为主,主要经济作物为少量西瓜、大棚番茄、大棚茄子。2012年的抽样调查结果显示,当地人均纯收入为7 309元。户主中初中以下文化程度的占89%,恩格尔系数46.91%。从整体上来看,马家沟流域具有当前中国中西部农业经济和黄土高原农村的典型特征,具备研究参考的价值。

### 1.2 现状诊断

1.2.1 主导产业-苹果产业发展滞后 按照当地整体规划,马家沟流域属于苹果产业重点发展区,每年都有新增苹果面积的指标,流域内现有苹果面积约 $560\text{ km}^2$ 。

**第一作者简介:**李昕(1990-),男,硕士研究生,研究方向为区域发展规划与经济评价。E-mail:1517343892@qq.com.

**责任作者:**姜志德(1964-),男,教授,硕士生导师,研究方向为区域可持续发展及农业资源与生态经济学。E-mail:1517343892@qq.com.

**基金项目:**国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2011BAD31B05);国家自然科学基金资助项目(71073127)。

**收稿日期:**2014-03-13

但是只有陈家洼村形成了苹果产业,实现了精细化管理,667 m<sup>2</sup> 收入达到 6 000 元以上,其余各村农户发展果业积极性不足,苹果缺乏管理,667 m<sup>2</sup> 果园收入仅 2 000 元左右。当地苹果产业有着适宜的自然条件和政策的强力支持,但由于推广示范力度不足造成了生产效率的严重流失。在苹果产业的进一步发展中,除了继续扩张外,也应在现有的规模基础上进行整合,建立自主品牌,提高产品附加值,提高生产效率以实现当地经济的长足发展。

1.2.2 农业资源未得到有效利用,农业产业结构存在缺失 在退耕还林工程实施近 15 年和当前中国城镇化发展的大背景下,马家沟实现了近 2 200 hm<sup>2</sup> 的退耕还林、1 856 hm<sup>2</sup> 的荒山造林,此外还有部分偏远耕地也由于劳动力不足成了撂荒地,长满了 1 m 高的杂草。这些庞大的林下资源、荒草地资源几乎没有得到任何的开发和利用,其原因在于当地畜牧业(主要是养羊业)发展的停滞。马家沟流域曾经有着非常发达的养羊产业,但是由于历史原因,整个流域内现羊存栏量仅千余只。由于停滞的畜牧业,导致了“种植业-饲料-畜牧业-农家肥-果林业”的“商品型生态农业循环链网”中的循环平衡被打破,降低了产业协作的效率。可以说在马家沟流域建设商品型生态农业的过程中,畜牧业这只“短腿”从资源利用与产业结构这两方面极大阻碍了区域经济的快速发展。适度开放林下草地资源,大力推动畜牧业的发展将成为流域经济快速发展的关键点。

1.2.3 马家沟流域承担着水土保持和水源地建设的双重任务 区域经济的发展必须在不影响退耕还林工程实施成果和遵守当地集中式饮用水源地保护区的相关规定下进行。这 2 个限制条件决定了当地的大棚产业难以大规模发展。大棚种植一方面要施用大量农药,另一方面还需要良好的供水条件,即必须靠近水源。同时,实际走访调研的结果也证实,流域内的大棚产业发展的潜力基本得到了充分开发,现阶段大棚产业的发展方向是维持现有规模,通过技术投入来提高单产,推动农户经济收入的增加。

1.2.4 农业生产面临劳动力短缺的问题 在当前用工成本逐年递增的外部形势下,进城务工成为了农户的首选,以汤河村为例,2012 年村中 85% 的劳动力都选择外出务工,在间歇的时间零散地从事一些农业生产。精细化的高端农业产业显然无法在这样的基础上获得发展。同时,调研结果显示,马家沟流域农户外出务工收入占到了其总收入的 50%~60%,外出务工的高收入也使得农民进行农业产业发展的积极性不足。因此,建立起“循环链网”结构完善的商品型生态农业,提高生产效率,真正扩大农业产业的收益,吸引一批有能力有魄力的现代农民回流农村,是解决农业生产劳动力不足这

一现实问题的关键。在访谈中,一些有较高文化水平的农民也表达了希望能够在家乡从事现代农业生产的意愿,应当说对于在一定程度上解决劳动力短缺问题的目的而言,现阶段也具备了相应可行的条件。

### 1.3 优化思路

一是现有苹果种植面积的稳中有升作为下阶段目标,充分利用当地资源。将增大产业规模与提高产业附加值(体现在数量关系中为苹果业相关经济系数的提高)同时进行,能够更好地促进当地经济发展。二是积极探索多年退耕还林背景下的畜牧业发展方向。该研究根据多次调研结果以及相关专家教授意见,在针对当地的实际情况下的基础上,提出了适当开放林下草资源后的 2 种可能的畜牧业发展模式:“完全舍饲”和“舍饲加轮饲”方式,并已建立了相应的约束条件。三是控制大棚产业规模,引入水土保持相关研究成果,从土地利用角度建立合理的水土保持约束。四是设定符合实际的经济收益系数,紧密结合当地调研的实际情况,使优化结果具备一定的可行性。

## 2 研究方法数据来源

### 2.1 研究方法

该研究主要使用的研究方法为目前小流域规划常用的线性规划。设置目标函数及约束条件如下:

$$\text{Maximize: } F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j,$$

$$\text{Subject to: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i,$$

其中: $x_j (j=1,2,\dots,n)$  为决策变量, $x_j > 0$ ,  $a_{ij} (i=1,2,\dots,m)$  为决策变量系数, $b_i$  为资源限制量。

### 2.2 数据来源

该研究使用的数据来源于当地政府部门提供的相关文件资料和统计数据,以及 2012、2013 年针对马家沟流域的抽样调查。

## 3 决策变量及约束条件

决策变量指需要在规划中确定的各项相关数量,针对马家沟流域的决策变量设置如下:

$X_1$  大牲畜存栏数(头);

$X_2$  羊存栏数(只);

$X_3$  猪存栏数(头);

$X_4$  耕地面积(hm<sup>2</sup>);

$X_5$  大棚面积(hm<sup>2</sup>);

$X_6$  粮食播种面积(hm<sup>2</sup>);

$X_7$  口粮田面积(hm<sup>2</sup>);

$X_8$  牲畜饲料粮田面积(hm<sup>2</sup>);

$X_9$  生态林面积(hm<sup>2</sup>);

$X_{10}$  经济林面积(hm<sup>2</sup>);

$X_{11}$  草地面积( $\text{hm}^2$ )。

不同情况下确定的约束方程如下。

### 3.1 水土流失程度约束

该项指标可看作水土保持的质量指标。流域中包含常用耕地(旱地为主)、生态林、经济林、草地等不同的土地利用类型,而不同的土地利用类型具有不同的土壤侵蚀模数,即造成的水土流失程度不同。可以说,土地利用的合理性直接影响着当地水土保持情况。该文以流域 2012 年土地利用类型的分布为基础,对土壤侵蚀模数的通用计算方程 RUSLE 模型进行讨论:土壤侵蚀(流失)量(A)取决于当地的降雨侵蚀力因子(R)、土壤可侵蚀性因子(K)、地块的坡长和坡度因子(LS)、地块的植被覆盖与管理因子(C)、地块上实施的水保措施因子(P)的连乘积,即: $A=R \times K \times LS \times C \times P$ 。可以看到,在一个较短的时间尺度上,对不同土地利用类型下的同一个地块在同一时期内,R、K、LS 这 3 个因素是不会改变的,此时改变土地利用类型只会通过改变 C、P 来改变 A。参考前人对黄土高原研究成果<sup>[10]</sup>,单独取出不同土地利用类型对应 C、P 值的乘积作为系数。为了保护已有的水土保持成果,该文要求规划后的水土流失程度至少不差于规划前的状况,约束方程如下:

$$0.088 \times (X_4 - 1\,018.93) + 0.006(X_9 - 4\,056.32) + 0.028(X_{10} - 567.53) + 0.04(X_{11} - 116.82) \leq 0.$$

### 3.2 林草覆盖率约束

该项指标可看作水土保持的数量指标。林地和草地具有保持水土,涵养水源,消除干旱、风沙,提高农业用地生产力等生态功能,而这些功能的发挥需要林草地具备一定的面积和规模。参考前人成果<sup>[11]</sup>,结合水源地功能区森林覆盖率 70% 的标准,设定林草覆盖率至少应达到 60%。当地现有生态林和经济林共 4 623.85  $\text{hm}^2$ ,草地 116.82  $\text{hm}^2$ ,林草覆盖率约束方程如下:

$$(X_9 + X_{10} + X_{11})/7\,560 \geq 60\%.$$

### 3.3 规划可实现性约束

流域现有总耕地 1 272.4  $\text{hm}^2$ ,其中的临时性耕地包含 25° 以上陡坡地 190.67  $\text{hm}^2$ ,有大棚折合标准棚 463 座,占地面积约 34.3  $\text{hm}^2$ ,调研得知现有耕地中尚可供大棚种植的面积大约在 6.67  $\text{hm}^2$ 。林地共 4 623.85  $\text{hm}^2$ ,包含经济林 567.53  $\text{hm}^2$ 。基于《中华人民共和国水土保持法》中 25° 以上陡坡地禁止从事种植业和《陕西省水土保持条例》中 25° 以上陡坡地允许种植经济林的规定,应当将这部分坡耕地转变为经济林或者生态林、人工草地的种植。由于在该文优化思路中只考虑优势产业的发展,因此对大牲畜和猪的存栏数的规划目标是维持现状。同时考虑到规划的可实现性,应当有下列约束方程:

$$X_1 = 492, \quad X_2 \geq 1\,000,$$

$$X_3 = 1\,195,$$

$$40.97 \geq X_5 \geq 34.3,$$

$$X_9 \geq 4\,056.32,$$

$$X_{11} \geq 0,$$

$$X_4 = X_5 + X_6 \geq 0,$$

$$X_9 + X_{10} + X_{11} \geq 4\,363.81,$$

$$X_{10} \geq 567.53,$$

$$X_6 = X_7 + X_8 \geq 0.$$

### 3.4 草地承载力与饲料粮生产能力约束

流域现有羊存栏 1 000 只,现有考虑到畜牧业(以小尾寒羊为例)不管是采用完全圈养还是夏秋 2 季放牧,春冬 2 季圈养的“舍饲+轮饲”模式,都会产生草料(当地以苜蓿为主)所需牧草的来自于人工草地和天然林下草地。因此,参考已有研究成果<sup>[12-13]</sup>及调研结果,确定在草料加饲料的喂养方式下,每只羊需干草 1.25  $\text{kg/d}$ ,玉米 0.1225  $\text{kg/d}$ 。在纯草料的喂养下,每只羊需干草 7.5  $\text{kg/d}$ ,苜蓿草地年产草量取 10 243.5  $\text{kg/hm}^2$ ,玉米年产量取 5 250  $\text{kg/hm}^2$ 。考虑到生态保护的目的,林下天然草地可利用草量按照人工草地 10% 计算,由于人工割草仅能利用高生产力的部分,根据当地农业实际,将草量的利用率计为可利用草量的 20%。同时根据相关规定,马家沟水源地中划为一级保护区共 1 830  $\text{hm}^2$  林地不参与畜牧业供草的计算。假设干草与玉米均自给自足,按照 5% 的母羊比例和 4 个月的羊羔出栏时长来算,有如下约束方程:

约束方程<a>在未开放林下草资源、采用草料加饲料的完全圈养喂养方式下:

$$1.25 \times X_2 \times (365 \times 5\% + 120 \times 95\%) \leq 10\,243.5 \times X_{11}, \\ 5\,250 \times X_8 = 0.1225 \times X_2 \times (365 \times 5\% + 120 \times 95\%).$$

约束方程<b>在开放林下草资源,采用草料加饲料的完全圈养喂养方式下:

$$1.25 \times X_2 \times (365 \times 5\% + 120 \times 95\%) \leq 10\,243.5 \times X_{11} + 10\,243.5 \times 0.1 \times 0.2 \times (X_9 - 1\,830), \\ 5\,250 \times X_8 = 0.1225 \times X_2 \times (365 \times 5\% + 120 \times 95\%).$$

约束方程<c>在“舍饲+轮饲”模式所采用的夏秋放养,春冬圈养的喂养方式下:

$$(1.25/2 + 7.5/2) \times X_2 \times (365 \times 5\% + 120 \times 95\%) \leq 10\,243.5 \times X_{11} + 10\,243.5 \times 0.1 \times (X_9 - 1\,830), \\ 5\,250 \times X_8 = 0.1225/2 \times X_2 \times (365 \times 5\%).$$

### 3.5 粮食自给与人均粮食耕地资源约束

粮食自给和耕地安全问题一直是国家重点管理的对象,中国作为人口大国,粮食的供给问题一直都关系着我们的国家大计。参考已有研究成果<sup>[14]</sup>,取粮食自给率为 100% 的情况,人均每年粮食需求取 420  $\text{kg}$  的生活标准,黄土高原上人均粮食耕地面积至少为 0.171  $\text{hm}^2$ ,得到的约束方程如下:

$$X_7/4\,738 \geq 0.171.$$

### 3.6 水资源供给约束

马家沟流域作为安塞县的水源地,担负着向安塞县城供水的重任,同时马家沟流域自身的人口用水,大棚



生产,养殖畜牧业也要消耗相当大的水资源。参考《村镇供水工程技术规范》设定每日居民生活最高用水定额为 70 L/人,大牲畜为 50 L/头,猪为 40 L/头,羊为 10 L/只。参考已有研究成果<sup>[15-16]</sup>,对大棚耗水量系数设定为:番茄大棚需水量为 164.7 L/座,单座大棚占地按 667 m<sup>2</sup> 计。由于当地其它农业生产灌溉均靠雨水,故不计入耗水因素。根据安塞县水务局的数据,马家沟流域的年可利用水资源量为 220 万 m<sup>3</sup>,同时按照规划,马家沟流域要承担 175 万 m<sup>3</sup> 的供水任务。同时考虑到长途输水的漏损情况,参考《城市供水管网漏损控制及评定标准》,将管网漏损率定为 12%。故为保证马家沟流域水资源不被过分利用,有如下约束方程:

$$4\,738 \times 70 \times 365 + 492 \times 50 \times 365 + X_2 \times 10 \times (365 \times 5\% + 120 \times 95\%) + X_5 \times 15 \times 164.7 \leq 24\,000\,000.$$

#### 4 相关经济参数及不同情景下目标函数设置

根据 2012 年和 2013 年实地调查及相关文献<sup>[17]</sup>,大棚净产值(即纯收入,下同)按 20 万元/hm<sup>2</sup>、果园按 4.5 万元/hm<sup>2</sup> 计;小尾寒羊在出栏羊羔不需要购买精饲料的情况按 600 元/只计,扣除精饲料定为 500 元;大牲畜按 4 500 元/只计,生猪按 2 000 元/只计;粮田净产值根据调研定为 7 000 元/hm<sup>2</sup>(该文在计算总数时,牲畜饲料粮田收入已以成本形式包含在了畜牧业中,故目标函数中不再计算);由于当地目前处于禁止伐木的时期,生态林收益来自于 667 m<sup>2</sup> 90 元退耕补贴,即 1 350 元/hm<sup>2</sup>。

该文设定的不同情景模式如下:

(1)维持现有发展模式情景:优化目标为当地的经济产值最大化,以小尾寒羊为主的畜牧业采用完全圈养模式,不利用林下草地资源。目标函数如下:

$$F_1(x) = X_1 \times 4\,500 + X_2 \times 0.95 \times 500 + X_3 \times 2\,000 + X_5 \times 150\,000 + X_7 \times 7\,000 + (X_9 - 1\,856.32) \times 1\,350 + X_{10} \times 45\,000.$$

此时草地承载力与饲料粮生产能力约束条件采用约束方程<a>。

(2)畜牧业圈养方式下优化发展模式情景:优化目标为适度开放林下草资源下的当地经济产值最大化,以小尾寒羊为主的畜牧业仍采用完全圈养模式。在这种情景下“商品型生态农业循环链网”得到了一定程度的完善。此时目标函数如下:

$$F_2(x) = X_1 \times 4\,500 + X_2 \times 0.95 \times 500 + X_3 \times 2\,000 + X_5 \times 150\,000 + X_7 \times 7\,000 + (X_9 - 1\,856.32) \times 1\,350 + X_{10} \times 45\,000.$$

此时草地承载力与饲料粮生产能力约束条件采用约束方程<b>。

(3)畜牧业“舍饲+轮饲”优化发展模式情景:优化

目标为适度开放林下草资源下的当地经济产值最大化,以小尾寒羊为主的畜牧业采用“舍饲+轮饲”模式。在这种情景下“商品型生态农业循环链网”得到了一定程度的完善,同时比起情景(2),该情景中包含了低劳动强度的放牧环节,能够将适龄劳动人口以外人口也纳入到生产当中,能够在缓和一部分劳动力短缺的矛盾。此时目标函数如下:

$$F_3(x) = X_1 \times 4\,500 + X_2 \times 0.95 \times 600 + X_3 \times 2\,000 + X_5 \times 150\,000 + X_7 \times 7\,000 + (X_9 - 1\,856.32) \times 1\,350 + X_{10} \times 45\,000.$$

此时草地承载力与饲料粮生产能力约束条件采用约束方程<c>。

#### 5 优化求解及结果分析

通过线性规划计算软件 lingo 11.0 的计算,最终求出的各决策变量的取值见表 1。

表 1 优化结果

决策变量	规划前	情景 1	情景 2	情景 3
X <sub>1</sub>	492	492	492	492
X <sub>2</sub>	1 000	1 000	2 759	3 941
X <sub>3</sub>	1 195	1 195	1 195	1 195
X <sub>4</sub>	1 018.93	854.25	859.68	857.25
X <sub>5</sub>	34.30	40.97	40.97	40.97
X <sub>6</sub>	1 018.93	813.28	818.71	816.28
X <sub>7</sub>	1 018.93	810.20	810.20	810.20
X <sub>8</sub>	0	3.08	8.51	6.08
X <sub>9</sub>	4 056.32	4 056.32	4 056.32	4 056.32
X <sub>10</sub>	567.53	716.07	843.60	729.21
X <sub>11</sub>	116.82	3.08	8.51	6.08

在各情景的规划后相较于规划之前,流域内主要经济、生态指标的变化情况见表 2。

从表 1、2 可以看出,3 种情景的规划均在保证了当地粮食安全和生态安全的前提下,实现了当地的农、林、牧产业收入的较大提高,分别提升了 20.67%、35.90%、26.15%。同时,流域内林草覆盖率稳中有升,水土流失程度也有所下降,分别下降了 10.68%、8.14%、10.69%,折合年土壤流失模数分别为 608.76、463.98、609.33 t/km<sup>2</sup>,并且在后 2 种情景中,养羊业获得了极大的发展,分别提升了 275.82%和 494.27%。但是从总量上来看,苹果产业收入在仍占了农、林、牧业总收入中的极大比重,3 种情景下比重分别为 61.86%、64.71%和 59.91%,而牧业收入各情景下未超过 5%。从相对值来看,优化后的养羊业增长率更高,但从绝对值来看,苹果业仍然是优化后增长量的主要构成部分。

表 2

各项主要指标对比

Table 2

Comparison of the main indicators

指标名称	规划前	情景 1	情景 2	情景 3
农、林、牧业总收入/万元	4 316.54 *	5 208.89	5 866.33	5 445.18
农、林、牧业人均纯收入/元	9 110.46	10 993.35	12 381.45	11 492.57
水土流失程度相对值/%	100	89.32 **	91.86	89.31
林草覆盖率/%	62.70	63.34	64.81	63.30
水资源利用率/% ***	54.56	54.77	55.74	56.40
农业收入/万元	713.251	569.30	573.1	571.40
牧业收入/万元 ****	47.84	47.84	131.95	236.46
果业收入/万元	2 553.89	3 222.32	3 796.16	3 262.28

注: \* 为了确保数据的可比性,苹果业的计价同一使用了优化后的价格,因此高于统计部门的数字。 \*\* 该数据说明规划后水土流失程度相当于规划前的 89.32%,即水土流失程度下降了 10.68%。后同理。 \*\*\* 计算的基数是在向安塞县调水工程之后的剩余可利用水量。 \*\*\*\* 该项数据仅包含养羊业,并已按照实际或折算的牲畜饲料粮田成本扣除。

## 6 结论与讨论

该文在商品型生态农业的理论基础上,引入水土保持相关理论作为生态约束,从畜牧业可能发展路径的角度下,设置了现状、畜牧业圈养、畜牧业“舍饲加轮饲”3种情景。在通过对不同情景的优化计算后,可以看到,3种情景下都能提升当地经济发展水平。并且,后2种情景下,由于开放了部分林下草资源、完善了“商品型生态农业循环链网结构”,较之于基于现状的情景更能够促进经济发展。在后2种情景的对比中能看到,在圈养情景下,苹果产业发展的更好;在“舍饲加轮饲”情景下,畜牧业发展的更好;如果能够全部进行精细化管理,苹果产业对经济增长的促进作用更高,当地发展过程中保证管理质量的基础上坚持以苹果产业作为发展重点,能够最大程度的提高当地的经济水平。

经过多年的生态恢复,马家沟流域内积累了比较丰富的自然资源,同时本身又地处水源地,在黄土高原而言,可谓具备了发展农牧产业的十分优越的条件。因此,在合理进行生态保护的前提下,当地可以通过紧抓产业重点,大力打造自主农业品牌,提高当地苹果产品附加值;适度开发林下草地资源,推进建设完善“商品型生态农业循环链网结构”等一系列措施有效地促进流域的区域经济发展,最终能够实现生态目标与经济目标的双赢。

### 参考文献

- [1] 党小虎,刘国彬,孟文文,等.基于虚拟水的小流域综合治理水资源响应[J].人民黄河,2013,35(3):55-57.
- [2] 吴艳,张晓萍,陈凤娟,等.陕北典型流域退耕后土壤侵蚀及空间分布初步调查研究[J].水土保持研究,2010,17(4):29-33.
- [3] 王继军,李慧,苏鑫,等.基于农户层次的陕北黄土丘陵区农业生态系统耦合关系研究[J].自然资源学报,2010,25(11):1887-1896.

- [4] 夏自兰,王继军.基于水土保持下的纸坊沟流域农业产业-资源系统耦合效应评价[J].自然资源学报,2011,26(10):1647-1657.
- [5] 李奇睿,王继军,郭满才.基于结构方程模型的安塞县商品型生态农业系统耦合关系[J].农业工程学报,2012,28(16):240-246.
- [6] 梁伟恒,廖和平,杨伟,等.基于生态安全的西南山地丘陵区土地利用优化模式研究-以重庆市开县为例[J].西南师范大学学报(自然科学版),2012,37(5):119-126.
- [7] 牛振国,李保国,张凤荣.基于区域土壤水分供给量的土地利用优化模式[J].农业工程学报,2002,18(3):173-177.
- [8] 王继军,谢永生,卢宗凡,等.退耕还林还草下生态农业发展模式初探[J].水土保持学报,2004,18(1):134-137.
- [9] 邱建军,李金才,李哲敏,等.我国生态农业标准体系基本框架探讨[J].中国生态农业学报,2008,16(5):1263-1268.
- [10] 许月卿,邵晓梅.基于GIS和RUSLE的土壤侵蚀量计算-以贵州省猫跳河流域为例[J].北京林业大学学报,2006,28(4):68-71.
- [11] 吴钦孝,赵鸿雁.黄土高原森林水文生态效应和林草适宜覆盖指标[J].北京林业大学学报,2000,20(5):32-34.
- [12] 邵学杰.奶牛与小尾寒羊养殖效益分析[J].养殖技术顾问,2012(6):283.
- [13] 折凤霞,郝明德,臧逸飞.黄土高原沟壑区苜蓿生产力及养分特性的研究[J].草业学报,2013(2):316-320.
- [14] 陈百明,周小萍.中国粮食自给率与耕地资源安全底线的探讨[J].经济地理,2005,25(2):145-148.
- [15] 周继华,程明,贾松涛,等.不同灌水器对日光温室番茄产量及耗水量的影响[J].中国蔬菜,2011,22(24):96-99.
- [16] 杨久廷,肖继兵,辛宗绪,等.日光温室番茄滴灌与漫灌对土壤理化性质的影响[J].辽宁农业科学,2008(3):77-78.
- [17] 李夏,王静,霍学喜.苹果种植户投入-产出效率分析-基于陕西洛川300个苹果种植户调查数据的分析[J].华中农业大学学报(社会科学版),2010(3):43-48.
- [18] Heider E R, Oliver D C. Mathematical optimization and economic analysis[J]. Springer Optimization and Its Applications,2010,36:87-134.
- [19] David Makowski, Eligius M T Hendrix, Martin K. et al. A framework to study nearly optimal solutions of linear programming models developed for agricultural land use exploration [J]. Ecological Modeling,2000,131:65-77.

## Research on Optimization for Commercial Ecological Agriculture System in Majiagou Watershed

LI Xin<sup>1</sup>, JIANG Zhi-de<sup>1</sup>, WANG Ji-jun<sup>2</sup>

(1. College of Economics and Management, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi 712100)

# 构建黑龙江省食用菌供应链的探讨

胡艳英<sup>1</sup>, 刘颖<sup>2</sup>

(1. 东北林业大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 黑龙江省科学院 机关党委, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:**作为一种天然绿色的林下经济产品,食用菌越来越受到市场宠爱。食用菌产业已成为许多林区经济和县域经济的重要支撑。现利用 Shapley 值法公式,分析了黑龙江省食用菌供应链中各节点的效益值及贡献度,继而提出了在保护现有农户利益下的供应链组建方案,以期对黑龙江省食用菌产业发展有所裨益。

**关键词:**供应链;管理;食用菌;林下经济产品;黑龙江省

**中图分类号:**S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0193-04

进入 20 世纪 90 年代,我国加强了对森林资源的保护,随着我国实行越来越严格的限伐、禁伐政策,以工业加工为主的林产工业在逐步缩减,而林下经济产业则呈现快速发展势头。所谓林下经济,主要是指以林地资源和森林生态环境为依托发展起来的林下种植业、养殖业、采集业和森林旅游业,既包括林下产业,也包括林中产业,还包括林上产业<sup>[1]</sup>。蘑菇、木耳、香菇、茯苓、山禽等都是典型的林下经济产品<sup>[2]</sup>。这些产品不仅具有实用功效,其绿色、天然、少人工参与的特征非常符合当下人们对食品及生活品质的追求,因此对林下经济产品的需求呈快速上升趋势。

为了满足消费者对林下经济产品数量及种类的需求,建立合理的产、供、销供应链是林下经济发展的必要途径。

“供应链”一词最早来源于 20 世纪 80 年代,早期对其理解为“它是制造商企业中的一个内部过程,把企业外部采购的原材料和零部件,通过生产转换和销售等活动,再传递到零售商和用户的一个过程”。供应商最早用于物流管理研究,以降低物流成本及为客户提供高效、优质服务为目标<sup>[3]</sup>。随着其不断发展,供应链管理思想不断延伸,通过先进通信技术,可全面规划供应链中所有企业的商流、物流、资金流等,统一规划、组织、协调与控制。现就黑龙江省重要的林下经济产品-食用菌的供应链问题进行研究。

## 1 食用菌供应链含义解析

荷兰学者 Gigler 等<sup>[4]</sup>把供应链划分为农业供应链和非农业供应链,认为农业供应链是指所有最初产品源于农业的生化物品供应链体系。这个分类对后续许多

**第一作者简介:**胡艳英(1975-),女,四川营山人,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事林产品物流及林业经济管理等研究工作。E-mail:xiran7538@sina.com.

**基金项目:**黑龙江省哲社资助项目(11C046);黑龙江省博士后科研资助项目(2013)。

**收稿日期:**2014-03-05

**Abstract:**Based on the theory of commercial ecological agriculture, the current ecological economy situation of Majiagou watershed with four optimization ideas were analyzed. Following the ideas, introduced soil conservation theory, set a different mode of development of animal husbandry, and did a linear programming on local economic development. After optimization of the three scenarios, the agriculture, forestry, animal husbandry total revenue improved 20.67%, 35.90%, 26.15%, the degree of soil erosion decreased 10.68%, 8.14%, 10.69%, and in the latter two scenarios after optimization of the sheep industry was a great growth, but in absolute terms, because a large proportion of the apple industry, accounting for about 60% of the total, was still the main component of the optimized amount of growth. As it could be seen from the optimization results, opening the understory grass resources moderately under the strict protection of the ecological environment constraints, could effectively promote economic development in the watershed. Also, if the apple industry to achieve meticulous management and improve industrial added value, then making the apple industry development center for the local economy could achieve a win-win goal of the greatest degree of economic development and ecological protection area.

**Key words:**commercial ecological agriculture; under forestry grass resources; linear programming; Majiagou watershed