

基于 DEA 的安塞县商品型生态农业系统耦合效率分析

高亮¹, 王继军^{1,2}, 梅花¹, 崔绍芳², 张楠¹

(1. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:耦合效率能够表征商品型生态农业系统的耦合效果,因此,利用数据包络分析(DEA)方法,对安塞县商品型生态农业发展态势进行了测度和评价。结果表明:在要素配置方面,安塞县商品型生态农业的投入要素之间存在着替代性,要重视要素的合理配置。在耦合效率方面,安塞县商品型生态农业的综合效率变化不大,多数年份的效率值在 0.85 以上,但技术效率呈现随机波动,规模效率相对较低,最低值为 0.658,规模报酬多数年份表现为递增态势,说明个体小规模的经营模式已经不能适应新技术、新政策背景下农业的发展需求,即安塞县的商品型生态农业的发展需要扩大经营规模,以提高规模效率,同时促进新技术的效率发挥。

关键词:商品型生态农业;数据包络分析;效率;安塞县

中图分类号:F224;F327;F205

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)01-0210-05

Analysis of the Coupling Efficiency of the Ecological Agriculture with Commodity Economy System in Ansai County Based on DEA

GAO Liang¹, WANG Ji-jun^{1,2}, MEI Hua¹, CUI Shao-fang², ZHANG Nan¹

(1. Northwest A&F University, Yangling, Shannxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation CAS&MWR, Yangling, Shannxi 712100, China)

Abstract: Coupling efficiency can characterize the coupling effect of the ecological agriculture with commodity economy system, the data envelopment(DEA) analysis method was used to measure and evaluate the development trend of the ecological agriculture with commodity economy in Ansai county. The results showed that there was alternative among the input factors of the ecological agriculture with commodity economy in Ansai county from the factor allocation aspect, so attention should be paid to the rational allocation of factor. From the coupling efficiency aspect, the overall efficiency of the ecological agriculture with commodity economy in Ansai county changed a little and the efficiency values of the most years were greater than 0.85, but the technical efficiency showed random fluctuations, the scale efficiency was relatively slow and the minimum value was 0.658 and the returns of scale in most years presented increasing returns to scale. All these showed that individual and small-scale farming systems can not adapt to the need of agriculture development in the context of the new technology and the new policy, that is to say the development of ecological agriculture with commodity economy in Ansai county needs expand scale of operation to improve the scale efficiency and to promote the new technical efficiency at the same time.

Key words: ecological agriculture with commodities; data envelopment analysis; efficiency; Ansai county

安塞县是黄土高原典型的生态环境脆弱区,经济发展和生态保护的二元化矛盾长期存在。近年来,为了实现经济发展和生态改良的双重目标,相关学者提出了商品型生态农业的概念,即以商品输出为主要生产经营目的,寓生态系统于经济系统之中,通过农业

商品生产对环境的需求,促使人们自觉地改善农业生态环境和经济社会环境,达到农业生态经济系统的良性循环,形成农业产业化生产经营循环系统^[1]。

商品型生态农业的概念提出之后,有关学者对商品型生态农业系统的耦合过程、耦合模式、实施效益

收稿日期:2012-09-20

修回日期:2012-11-01

资助项目:“十二五”国家科技支撑计划项目“黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业关键技术集成与示范”(2011BAD31B05);中国科学院水利部水土保持研究所科研发展基金“基于农户尺度的安塞县典型区域农业生态经济系统耦合关系研究”(SW09528)

作者简介:高亮(1988—),女,陕西榆林人,硕士研究生,主要研究方向:流域生态。E-mail:easyly1245@126.com

通信作者:王继军(1964—),男,陕西渭南人,研究员,主要研究方向:生态经济。E-mail:jjwang@ms.iswc.ac.cn

等进行了分析,但对于其系统耦合效率(或实施效率)的研究滞后,制约了研究体系的完善和相关措施的制定。安塞县的商品型生态农业系统建设和发展具有典型性和代表性,因此,本文以安塞县作为研究区域,分析其商品型生态农业系统的投入—产出效率,以期安塞县商品型生态农业的系统耦合优化、系统的投入—产出效率提高的研究与实践提供参考。

1 研究区域概况与研究方法

1.1 研究区域概况

安塞县位于延安市以北,属于华北鄂尔多斯地台中心的陕北盆地,地处西北内陆黄土高原腹地,境内黄土层深厚,沟壑纵横、梁峁起伏,地貌类型复杂多样。全县总土地面积 2 950 km²,平均海拔 1 371.9 m,年平均气温 8.8℃,年平均降雨量 505.3 mm,自然条件较差,但土地、油气资源相对丰富^[2]。2010 年末,全县总人口 18.45 万,其中农业人口 15.69 万,实现生产总值 72.2 亿元,农民人均纯收入 5 562 元,累计实施退耕还林、荒山封育造林面积 85 309.66 hm²^[3],自然植被全面恢复,生态环境持续改善,一些重点流域已基本实现了“泥不下山、水不出沟”的目标。

1.2 研究方法

数据包络分析(DEA)是一种基于相对相率的投入产出分析方法,它是由运筹学家 Charnes 和 Cooper 等以相对效率概念为基础发展起来的一种效率评价方法。DEA 方法以决策单元(Decision Making Unit,DMU)的投入—产出指标的权重系数为优化变量,借助于数学规划将决策单元投影到前沿面上,通过比较决策单元偏离前沿面的程度来对决策单元的相对有效性做出综合评价,并可获得许多反映决策单元的管理信息^[4]。数据包络分析法最常用的基础模型是 C²R 和 BC² 模型,后者是在前者的基础上,将决策单元生产规模的可变性引入模型中。对于某个具体的决策单元 DMU₀,判断其有效性的综合 DEA 模型为^[5]:

$$\begin{aligned} \min & [\theta - \epsilon(e^+s^- + e^-s^+)]s, t, \\ & \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_0 \\ & \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ & \delta_1 (\sum_{j=1}^n \lambda_j + \delta_2 (-1)^{\delta_3} \lambda_{n+1}) = \delta_1 \end{aligned}$$

其中,λ_j≥0,s⁺≥0,s⁻≥0,δ₁,δ₂,δ₃取值为 0 或 1,θ 无约束,j=1,2,⋯,n+1
式中:E=(1,1,⋯,1)^t∈E_m,e=(1,1,⋯,1)^T∈E^s。

θ——决策单元的综合效率;ε——非阿基米德无穷小量;S⁺,S⁻——松弛变量;λ_j——第 j 个决策单元的权重;X_j,Y_j——第 j 个决策单元的投入和产出向量。当上述综合 DEA 模型中参数 δ₁=0 时得到 C²R 模型,当参数 δ₁=1,δ₂=0 时即得到 BC² 模型。因为农业生产的规模是可变的,所以本文选择 BC² 模型。DEA 的有效性分析有投入主导型和产出主导型两种测量方法,考虑到农业生产的某些要素的刚性特点,本文选取了产出主导型的测量方法,即在投入给定的情况下,如何尽可能增加产出。应用 DEAP 2.1 软件中 Output Oriented 的 VRS(即区分技术有效性和规模有效性)方法,通过评价不同决策单元的效率来反映安塞县近 20 a 来商品型生态农业的投入—产出效率。

1.3 指标选取和数据来源

投入—产出效率的基本思想是以最小的投入获得最大的产出。在具体的 DEA 模型中,一般将收益型的指标作为产出指标;将成本型的指标作为投入指标^[6]。而商品型生态农业是一种经济与生态相互促进、协调发展的农业发展模式,生态良好,经济发展是该模式追求的重要目的之一,因此,本文选取反映生态状况的林草覆盖率和反映经济发展状况的农业总产值作为产出指标。政府方面的投入是商品型生态农业系统投入的重要部分;而在机械化程度不高的安塞县,化肥投入是农民农业投入的最主要部分;耕地是最基本的农业生产要素;劳动力也是农业生产中重要的投入要素之一,但是考虑到农村劳动力过于分散,难以计量,加之不构成商品型生态农业发展的制约要素,所以本文忽略这一指标。综上所述,兼顾到数据的可得性和科学性,选取耕地面积,化肥使用量和政府对农林牧系统的投资 3 个指标作为投入指标。

模型分析过程中所采用的数据来源于《安塞县统计年鉴》。

2 基于 DEA 的安塞县商品型生态农业的投入—产出效率分析

2.1 安塞县商品型生态农业的投入—产出情况

2.1.1 产出情况 近 20 a 间,安塞县的商品型生态农业建设初见成效,农业总产值由 1991 年的 4 380 万元增加到 2010 年的 35 950 万元(图 1);林草覆盖率由 1991 年的 0.431 4 增长到 2010 年的 0.750 3 (图 2)。

从图 1—2 中可以看出,近 20 a 来,安塞县的农业生产总值和林草覆盖率一直处于平稳增长态势。农业生产总值的增长幅度较大,尤其是 2004 年之后。

这是由于退耕还林之后,产业转型的效果逐步显现,例如果业、大棚业等的初期投资已完成,投资逐步进入收益期。1999 年,国家在安塞全面实施退耕还林政策,所以林草覆盖率在 1999—2001 年之间变化幅度较大,以后年份的平稳变动是土地面积的刚性所致。总而言之,安塞县商品型生态农业的生态效益和经济效益在近 20 a 来都呈现出增长的趋势。

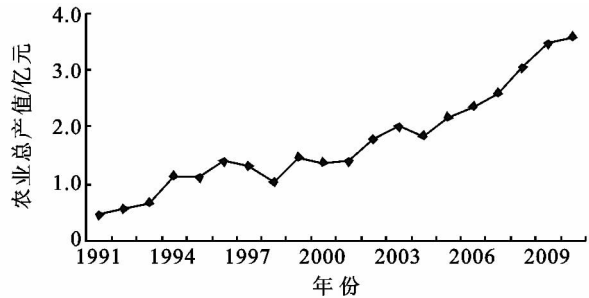


图 1 安塞县 1991—2010 年农业总产值

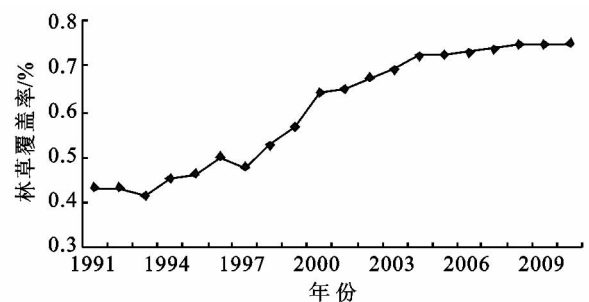


图 2 安塞县 1991—2010 年林草覆盖率

2.1.2 投入情况 随着经济的不断发展,环境问题逐步显现,退耕还林政策应运而生,安塞县的农业发展逐步由重经济轻环境的传统模式开始向经济与环境并重的商品型生态农业发展。图 3 和图 4 分别反映了安塞县近 20 a 间农民的化肥使用量和政府对农林牧系统投资额的变化趋势。

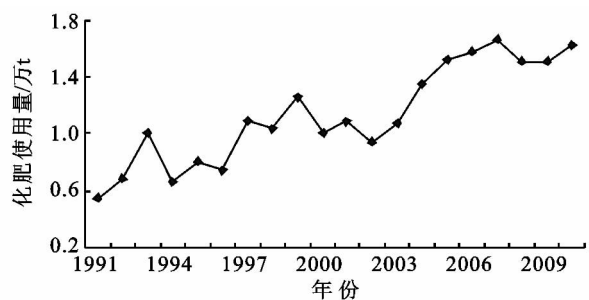


图 3 安塞县 1991—2010 年化肥使用量

从图 3—4 可以看出,在安塞县的商品型生态农业发展过程中,无论是政府还是农户的投入都在增加。化肥使用量反映的是农户的个体行为,受许多因素如降雨量、化肥的价格、农民的收入、人们对粮食价格的预期等的影响,这些因素综合导致了化肥使用量的频繁波动;而耕地面积的刚性变化又决定了化肥使

用量的增长幅度较小;决定农民投入的关键因素是产出,即农民的收入,因此,农民收入的增加为化肥使用量总体趋势的增加起到了决定性作用。

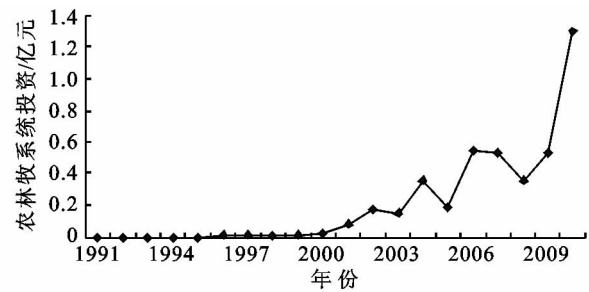


图 4 安塞县 1991—2010 年农林牧系统投资

农林牧系统的投资额反映了政府在农业发展过程中的政策导向。建国以来,我们国家一直是“以农养工”,政府在农业方面的投入很少,而征收的却相对较多。近年来,随着工业化程度的逐步提高,环境问题的突出,工业反哺农业,统筹经济发展与生态改良成为政府的政策选择。加之 1999 年退耕还林以后,农村面临着产业结构调整,政府在安塞县农业发展中的投入越来越大,尤其是近几年,安塞县政府在农业基础设施建设方面投资越来越大。

图 5 反映了近 20 a 间安塞县的耕地面积变化情况,从图中可以看出,安塞县的耕地面积在 2002—2003 年之间急剧下降,其他年份基本保持不变。耕地面积的供给和需求是刚性的,通常情况下不会有大的变化,1999 年政府实施退耕还林政策,在退耕初期,为了保障育林成活率,避免耕地的浪费,退耕地大部分是套种,所以,耕地面积的剧烈变化延迟到了 2002—2003 年。

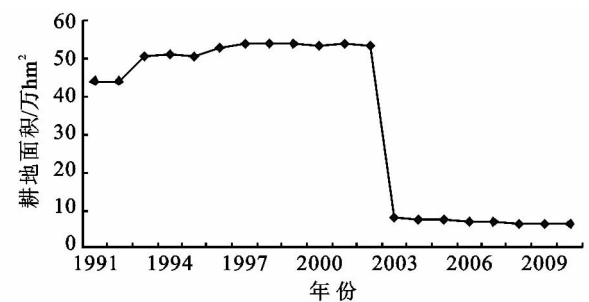


图 5 安塞县 1991—2010 年耕地面积

由此可见,退耕还林政策的实施使得安塞县的耕地面积锐减,但是农业总产值并未因此而下降,而是保持了稳定的增长,同时林草覆盖率得到提高,说明农业生产要素之间也存在着替代性,需要考虑适当的投入要素比例,同时这在一定程度上验证了安塞县商品型生态农业发展的可行性和可操作性。

2.2 安塞县商品型生态农业的投入—产出效率 应用 DEAP 2.1 软件计算得出各个年份决策单

元的效率(表 1),其中综合效率是技术效率(纯技术效率)和规模效率的乘积;对相对无效的单元进行 DEA 投影分析得表 2。

表 1 安塞县 1991—2010 年商品型生态农业的投入—产出相对效率

年份	综合效率	技术效率	规模效率	有效性判定	规模报酬
1991	0.696	0.986	0.705	无效	递增
1992	0.856	1.000	0.856	无效	递增
1993	0.877	0.990	0.885	无效	递增
1994	1.000	1.000	1.000	有效	不变
1995	0.902	0.929	0.970	无效	递增
1996	1.000	1.000	1.000	有效	不变
1997	1.000	1.000	1.000	有效	不变
1998	0.856	0.895	0.956	无效	递增
1999	1.000	1.000	1.000	有效	不变
2000	0.917	0.934	0.981	无效	递增
2001	0.658	1.000	0.658	无效	递减
2002	1.000	1.000	1.000	有效	不变
2003	1.000	1.000	1.000	有效	不变
2004	0.806	0.903	0.892	无效	递减
2005	1.000	1.000	1.000	有效	不变
2006	1.000	1.000	1.000	有效	不变
2007	0.961	0.970	0.991	无效	递增
2008	1.000	1.000	1.000	有效	不变
2009	0.935	0.960	0.974	无效	递增
2010	0.971	0.982	0.989	无效	递增
均值	0.922	0.977	0.943		

2.2.1 DEA 相对有效性分析 一个决策单元(DMU)的综合效率是由技术效率和规模效率共同决定的,技术效率指各决策单元能否有效利用生产技术,使产出最大化,该值表示投入要素在使用上的效

率。规模效率则指的是各决策单元产出与投入的比例是否适当,实现产出最大化,该值越高表示规模越适合,生产力也越大^[7]。

从表 1 可以看出,近 20 a 间,在安塞县商品型生态农业发展的过程中,技术有效性和规模有效性保持一致,二者对综合效率的贡献度差异不大。商品型生态农业的生产经营的相对有效性值一直处于一个较高的状态,变化区间为[0.658,1],均值为 0.922。但需要指出的是,运用 DEA 评价方法得出的决策单元的有效性是相对的,它所得的有效与无效及其具体值的判断是基于现有样本值中的前沿面得出的,决策单元的有效性值相对较高,极有可能是现有样本的有效值均处于绝对效率较低(且水平差异不大)的区间所致的^[8]。

技术效率有效值相对最高,均值为 0.977,变化区间为[0.895,1]。但其呈现出随机波动,这表明安塞县的商品型生态农业发展还处于初级阶段,农业生态子系统和农业经济子系统的耦合协调程度较低,农业投入要素的使用效率受自然因素的影响很大;同时说明人为可控的先进技术没有发挥其应有的作用,说明安塞县对先进技术的引进不到位,或者是农民对新技术的掌握程度不够。

规模效率的有效值相对较低,均值为 0.943,变化区间为[0.658,1]。但规模效益的变化趋势较明显,除了 2001 年和 2004 年,其余年份都是规模报酬递增或不变。说明个体小规模的经营模式已经不能适应新技术、新政策背景下农业的发展需求。而 2001 年的最低值和 2001 年、2004 年 2 a 的规模递减主要是由于退耕还林政策使得农村原有的产业结构被打破,产业调整期的主导产业不明确所致。

表 2 相对无效年份的投入冗余和产出不足

年份	投入冗余			产出不足	
	耕地面积	化肥使用量	农林牧系统投资	农业总产值	林草覆盖率
1991	0.000	0.000	0.000	837.172	0.128
1993	0.000	0.000	0.000	559.052	0.048
1995	0.000	0.000	4.935	734.461	0.013
1998	0.000	2165.319	0.000	0.000	0.021
2000	0.000	903.731	0.000	0.000	0.031
2004	0.000	0.000	0.000	1395.422	0.000
2007	0.000	0.000	839.641	7204.745	0.000
2009	0.000	0.000	577.012	9768.727	0.019
2010	0.000	1038.885	0.000	5523.945	0.008
调整均值	0.000	1339.312	437.863	3717.646	0.038
原值均值	577134.5	11372.95	2151.95	17400.800	0.603
调整幅度	0.000	0.118	0.203	0.214	0.063

注:调整幅度=调整均值/原始均值。

2.2.2 DEA 无效单元的投影分析 根据决策单元的投入冗余和产出不足结果(表2),在相对无效的年份,投入冗余率和产出不足率较高的因子有化肥使用量、农林牧系统投资和农业总产值。这三者的冗余或者不足是导致决策单元相对无效的主要原因。

计算结果表明,农业总产值的产出不足的调整幅度最大,而且产出不足的年份相对较多,这就说明在现有的投入水平下,农业总产值的增长空间很大。之所以存在这么大的产出不足,一方面是由于政府对农林牧系统的投资是长期投资,回报具有滞后性;另一方面,农村的农业生产经营规模小,大量劳动力向城市转移,农民可以以等量的劳动换得更高的劳动报酬,因此导致了劳动力的投入不足,造成投入要素比例失调。

农林牧系统的投资冗余的调整幅度也较大,但是冗余年份相对较少。这是因为政府投资是一种政策选择,考虑的是长远利益,所以较少考虑投资额度及投资时机。

化肥使用量的冗余相对前两者的调整幅度较小,冗余年份也较少。总体来说,农民使用化肥靠的是经验,基本是降雨量大,化肥使用量就大,很少有人考虑到农作物生长对化肥的需求量,所以对使用量的控制不够科学,但长期经验在通常情况下是适用的。

3 结论与建议

商品型生态农业不仅追求高收益,更追求高收益下的相对低投入、低损耗,即高效率。运用 DEA 方法,对安塞县近 20 a 来商品型生态农业的投入产出效率的分析结果表明:在要素配置方面,安塞县商品型生态农业在耕地面积急剧减少的情况下,通过其他要素投入的增加使其产出保持增长,说明农业生产要素之间存在着替代性,农业发展过程中应重视要素的合理配置。在耦合效率方面,近 20 a 来,安塞县商品型生态农业的综合效率变化不大,多数年份的效率值在 0.85 以上,而这个相对效率的较高值,可能是各个年份的绝对效率较低导致的;技术效率呈现随机波动,先进技术没有发挥应有的作用或者是新技术引入不到位;规模效率相对较低,最低值为 0.658,规模报酬

在多数年份表现为递增态势,说明个体小规模的经营模式已经不能适应新技术、新政策背景下农业的发展需求。

研究结果表明,安塞县农业发展急需扩大规模,以适应新技术、新政策背景下商品型生态农业的发展需求。建议安塞县商品型生态农业在未来发展中建立小型合作组,扩大经营规模以提高规模报酬,同时要引进新技术,并进行技术培训。从根本上看,技术进步是经济增长方式转变的源泉,是经济增长方式转变的推动力^[9]。只追求技术进步而不重视提高技术效率,技术进步所带来的好处最终将在很大程度上被技术效率的相对低水平所抵消^[10]。所以,技术引进与技术培训或技术指导必须配套实施。应在加快提高各地区农民的科技和技术管理素质、提高农民对新技术的接受能力等方面采取有效措施,以达到改善安塞县商品型生态农业技术效率水平,促进其生产率增长的目标。此外,经营规模的扩大在一定程度上可以促进新技术的引进,而新技术的引进又可以促进规模效益的进一步增加。

参考文献:

- [1] 王继军.黄土高原商品型生态农业初探[J].水土保持通报,1994,14(4):18-20.
- [2] 张小燕,杨改河,陈宏.陕西安塞县农业地域资源优势及开发[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2002,30(6):25-29.
- [3] 安塞县统计局.安塞统计年鉴[Z].2011.
- [4] 杨斌.2000—2006 年中国区域生态效率研究:基于 DEA 方法的实证分析[J].经济地理,2009,29(7):1198-1202.
- [5] 魏权龄.数据包络分析[M].北京:科学出版社,2004.
- [6] 刘洪玉,刘小琴.技术进步、技术效率和规模效率与经济增长关系研究[J].区域经济,2011(16):130-131.
- [7] 刘志伟.湖北省远安县农业生产率分析与实证研究[D].武汉:华中农业大学,2008.
- [8] 吴方卫,孟令杰,熊诗平.中国农业的增长与效率[M].上海:上海财经大学出版社,2000.
- [9] 高春亮.1998—2003:我国城市技术效率与规模效率实证研究[J].上海经济研究,2006(6):36-42.
- [10] 李宏.技术效率与规模效率的 DEA 分析:简论生产前沿函数的估计[J].预测方法研究,1996(2):57-58.