华南农业大学学报(社会科学版)
2007年第1期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY No. 1 2007
(第6卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION) (Vol. 6)

区域农业可持续性定量评价研究
——以陕西省为例

赵学平, 陆 迁

(西北农林科技大学 经管学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 采用多指标综合评价的方法对陕西省农业可持续发展进行了评价;利用资源—发展指数和环境—发展指数分析了资源、环境子系统对农业系统的支持状况,基本结论是陕西省农业系统从1995年至2004年总体上是可持续的,但人口、经济、社会、资源、环境5个子系统的发展具有非同步性、非一致性的特点;资源状况正逐渐成为制约农业经济增长和农村社会发展的重要因素。

关键词: 区域农业;农业可持续性;资源环境

中图分类号: F062.2 **文献标识码**: A **文章编号**:1672-0202(2007)01-0017-06

一、引言

20世纪80年代初,一种旨在能使全球农业持续发展下去的新的农业发展理论和模式,即可持续农业被提出。G.道格拉斯[1]提出,可持续农业是环境重要性、食物充足性和社会公平性的有机结合。可持续发展作为人类能动地调控自然—经济—社会—人口的复合系统,就是要使人口、社会、经济、环境四个系统间协同合作,相互适应,以一种合理的比例关系发展。国外农业可持续发展评价研究方面,主要有经济合作组织(OECD)[2]的压力—状态—响应(PSR)框架、联合国粮农组织(FAO)[3]的农业可持续发展评估指标体系以及Kruseman[4]的农业生态系统定量评估指标体系。对于可持续的概念,理论界至今仍没有达成共识,这就阻碍了可持续发展评价理论框架的建立,以及可持续理论对于农业实践的指导。基于此,Wiren[5]提出了目标定位理念,认为农业可持续评价必须考虑到当地生态、经济、社会的具体状况,然后设定目标,建立指标体系,评估,最后提出建议。他为农业可持续评估建立了理论范式,但是设定一个客观的且具有预见性的可持续目标是相当困难的。Praneetvatakul和Janekarnkij[6]以泰国北部的Mae Chaem排水区为例,通过建立可持续指标,在农户和村庄层次上评价了农业的可持续性。他们根据参考值给出了研究地区样本得分值,继而得出不可持续、条件可持续或可持续的结论。这种方法很简单也较实用,但所依据的参考值未必能保证可持续状态的实现。Golam[7]通过比较生态和传统农业体系,从生态可持续性、经济活力以及社会的可接受性等三方面评价了Bangladesh地区的农业可持续性。他们数量化的分析对于指导农业可持续实践很有帮助,然而其研究欠系统层面的考虑。另外,Piorr[8]重点对景观指标进行了详细介绍,总结了可持续农业评价中侧重于景观方面的评价因素,等等。国内则以农业部农业区划管理司的可持续农业综合评价指标体系为代表。国内许多学者在不同尺度区域农业可持续发展评价方面做了相应的应用研究。有关陕西省农业可持续发展的研究主要采用定性研究的方

收稿日期:2006-11-27

基金项目:农业部软科学课题(0528)

作者简介:赵学平(1981-),男,陕西蒲城人,西北农林科技大学经管学院硕士研究生,主要研究方向为区域经济学.

法,并且多注重单因素评价。本文试图以熵值法为基础,采用多指标系统评价方法,对陕西省农业可持续发展水平进行定量评价,为区域农业可持续发展提供科学的决策依据。

二、农业可持续评价方法

如何进行农业可持续评价是任何有关可持续农业研究要面对的一个主要问题。许多学者认为可持续的概念仍不具有可操作性[9]。尽管对于可持续农业的精准度量是不可能的,但是当特定的参数或标准被选定,农业发展趋势是稳定、上升或者下降总是可以衡量的[10]。例如 Cornelissen[11] 基于经济、生态和社会可持续指标,应用模糊数学方法评价农业可持续发展。根据 Hansen[12] 的观点,可持续性被解释为一种满足多种目标的能力或在时间上的持续能力。这里有两层意思,首先,可持续农业总的目标包括维持或加强自然环境、提供人类所必需的食物的能力、经济活力以及社会福利;其次,用时间序列来解释可持续性时,如果系统的某些被研究性质在时序上没有下降的趋势时,就可以认为该系统的发展是可持续的[13]。所以,本文建立了一个时间序列上的多指标评价体系,它由一些对可持续发展有影响的系统和可量化的指标构成。单个指标负的变化说明该指标所在系统在某一方面是不可持续的[14]。

(一)指标体系的建立

根据科学性和实用性相结合、全面性和重点性相结合、系统性和层次性相结合的原则[15]选取指标,同时注意到两个方面的问题:一是指标的选择要和研究目的相统一;二是数据的可获得性和可信度。在此基础上,参考国内外以往关于农业可持续发展评估及有关可持续发展评估指标体系构建方面的研究文献,从中选择研究者使用频率较高的指标,再结合陕西省的实际情况,构建起陕西省农业可持续发展评价指标体系,其包含 5 个子系统,共 34 项指标(表 1)。

(二)指标权重的计算

目前关于多指标综合评价中权重确定方法大致可分为主观赋权法和客观赋权法两类。主观法是评估者根据对各个指标的主观重视程度而赋予权重的一种方法,主要有专家调查法(Delphi)、循环评分法、层次分析法(AHP)等;客观法是根据指标自身的作用和影响确定权重的方法,主要有熵值法、主成分分析法、因子分析等。本文采用熵值法确定指标权重[16,17]。在综合评价中,应用信息熵评价所获系统信息的有序程度和信息的效用值是很自然的,统计物理中的熵值函数形式对于信息系统是一致的。一般认为,熵值法能够深刻地反映出指标信息熵值的效用价值,其给出的指标权重值比得尔菲法和层次分析法有较高的可信度[18]。

熵值法基本原理:设有 m 个待评价方案,n 项评价指标,形成原始指标矩阵 $x=(x_{ij})_{m\times n}$。其基本步骤如下:

(1)将各指标数据标准化。计算公式:

$$X_{ij}=\begin{cases}C_{ij}/C_{oj}\\C_{oj}/C_{ij}\end{cases} \tag{1}$$

式中,X_{ij}为指标 C_{ij}在第 i 年经标准化后的评定系数;C_{ij}和 C_{oj}为指标 C_{ij}在第 i 年和基年的统计值。当 X_{ij}为正作用指标时应用(1)式中的上面一个公式,当 X_{ij}为负作用指标时应用(1)式中的下面一个公式。

(2)计算第 j 项指标下第 i 个方案指标值的比重 p_{ij} $\quad p_{ij}=X_{ij}/\sum_{i=1}^{m}X_{ij}$ (2)

(3)计算第 j 项指标的熵值 e_j $\quad e_j=-k\sum_{i=1}^{m}p_{ij}\ln(p_{ij})$ $\quad(0\leqslant e_j\leqslant 1)$,式中 $k=1/\ln m$ (3)

表 1　农业可持续发展评估指标体系

目标层	子系统层	指标层	权重 W_j	权重 a_j
农业可持续发展水平 A	人口子系统 B_1	人口密度(人/平方千米)C_{11}	0.0071	0.0004
		农业劳动力比重 C_{12}	0.0051	0.0003
		*农村劳动力素质 C_{13}	0.2058	0.0110
		纯农业劳动力比重 C_{14}	0.0764	0.0041
		农村剩余劳动力转移率 C_{15}	0.7056	0.0379
	经济子系统 B_2	人均农业总产值(元/人)C_{21}	0.0437	0.0153
		农民人均纯收入(元/人)C_{22}	0.1111	0.0390
		农业中间消耗生产率 C_{23}	0.0607	0.0213
		土地生产率 C_{24}	0.1338	0.0469
		农业劳动生产率 C_{25}	0.0917	0.0321
		*农业比较优势系数 C_{26}	0.1404	0.0492
		农村非农产业比重 C_{27}	0.1069	0.0375
		单位农村社会总产值耗电量(千瓦时/元)C_{28}	0.1022	0.0358
		单位耕地面积农机总动力(万瓦/千公顷)C_{29}	0.2095	0.0734
	社会子系统 B_3	工资性收入占总收入比重 C_{31}	0.4830	0.0868
		*城乡居民收入差异系数 C_{32}	0.0768	0.0138
		农村居民恩格尔系数 C_{33}	0.1521	0.0273
		农村人均居住面积(平方米/人)C_{34}	0.1223	0.0220
		城市化率 C_{35}	0.0337	0.0060
		境内公路密度(千米/平方千米)C_{36}	0.0582	0.0105
		每万人拥有的农业技术人员(人)C_{37}	0.0740	0.0133
	资源子系统 B_4	农业人口人均耕地面积(公顷/人)C_{41}	0.0830	0.0081
		有效灌溉率 C_{42}	0.1840	0.0178
		土地复种指数 C_{43}	0.1263	0.0122
		*旱涝保收率 C_{44}	0.1591	0.0154
		林草覆盖率 C_{45}	0.2867	0.0278
		人均林地面积(公顷/人)C_{46}	0.1610	0.0156
	环境子系统 B_5	农药使用强度(千克/公顷)C_{51}	0.0157	0.0050
		化肥使用强度(吨/公顷)C_{52}	0.0923	0.0295
		单位土地面积受灾率 C_{53}	0.4576	0.1460
		单位国土面积废水排放量(吨/平方千米)C_{54}	0.0648	0.0207
		单位国土面积废气排放量(万标立方米/平方千米)C_{55}	0.1791	0.0572
		*抗灾率 C_{56}	0.1904	0.0608

*农村劳动力素质 C_{13}用具有初中以上文化水平农村劳动力数占农村总劳动力数的百分比表征; 农业比较优势系数 C_{26}用农业劳动力与非农劳动力人均纯收入之比表示;城乡居民收入差异系数 C_{32}用城镇居民人均可支配收入与农民人均纯收入之比表示;旱涝保收率 C_{44}用旱涝保收田的面积与总耕地面积之比表示;抗灾率 C_{56}用受灾而未成灾面积与受灾面积之比表示。

(4)计算第 j 项指标的差异系数 g_j　　$g_j = 1 - e_j$　　(4)

(5)确定权重 a_j　　$a_j = g_j / \sum_{j=1}^{m} g_j$　　(5)

其中,指标层 C 相对于目标层 A 的权重记为 a_j,指标层 C 相对于准则层 B 的权重记为 W_j。

(三)区域农业可持续发展综合评价

计算第 i 年的各子系统综合指数 $f_i = \sum W_j X_{ij}$ 以及农业可持续发展综合指数 $F_i = \sum a_j X_{ij}$

三、陕西省农业可持续发展评价

(一)研究区域概况

陕西省位于东经105°29′-115°15′,北纬31°42′-39°35′。2004年末全省常住人口为3 705.2万人,乡村人口2 483.23万人,乡村人口占全省常住人口的67.02%。2004年农民人均纯收入1 867元,比全国平均水平低1 069元。土地总面积为20.56万平方公里,其中高原面积9.251万平方公里,山地面积为7.4万平方公里,平原面积不过3.9万平方公里,人均土地面积居全国第九位,全省农业用地占全省土地总面积的87%左右。全省水资源总量455亿立方米,人均耕地亩占有水量仅为全国平均水平的52%左右,属于贫水省份。

(二)数据来源及评价结果

本文所需数据主要来自1996—2005年《陕西省统计年鉴》、《中国农业统计年鉴》、《中国统计年鉴》等,有些数据经换算得到。应用以上数据及前面介绍的方法计算出陕西省历年各农业子系统评估值以及农业综合发展水平,如表2 。

表2 陕西省农业发展子系统评估值

年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
人口系统 *B1*	1.0000	0.9917	1.0305	1.0619	1.0924	1.1770	1.1991	1.2304	1.3064	1.4359
经济系统 *B2*	1.0000	1.1124	1.1496	1.2336	1.2778	1.3036	1.2806	1.3573	1.4486	1.6210
社会系统 *B3*	1.0000	0.9400	1.2158	1.2610	1.4129	1.4271	1.5093	1.5618	1.6581	1.6540
资源系统 *B4*	1.0000	1.0149	1.0050	1.0196	1.0544	1.0600	1.1270	1.1625	1.1580	1.1912
环境系统 *B5*	1.0000	1.1818	1.0683	1.0441	1.2688	1.1047	1.2846	1.3676	1.5644	1.9299
综合水平	1.0000	1.0876	1.1151	1.1481	1.2676	1.2319	1.3037	1.3716	1.4874	1.6739

从表2陕西省农业发展子系统评估值分析得出:人口子系统综合指数总体是增长的,但前5年增长较为缓慢,其主要原因之一是农村劳动力素质状况没有得到改观,2000年起情况有所好转。经济子系统的发展10年间呈增长趋势,2001年略有波动。结合原始数据,各项指标中除农业中间消耗生产率和农业比较优势系数两项指标没有进步,甚至偶有下降,单位农村社会总产值耗电量以1999年为界先上升后下降外,其他指标值都在逐年进步。社会子系统总的趋势是进步的,但城乡居民收入差异系数和每万人拥有的农业技术人员两项指标有所下降。资源及环境子系统状况逐步改善,但波动较大。资源子系统中农业人口人均耕地面积指标一直减少,这反映了工业化、城市化的推进和一些基础设施的建设对最重要的农业资源——耕地的占用。环境子系统中农药、化肥使用强度及单位国土面积废气排放量是主要限制因子。

就发展态势而言,陕西省农业可持续发展综合水平按时间序列呈明显上升趋势,年均递增6.57%,这说明陕西省农业总体上是可持续的。

四、资源、环境子系统对农业系统的支持状况评价

长期以来世界各国只注重生产和经济效益的农业政策,导致许多负面影响,其中环境退化及其与农业系统间的关系成为农业可持续发展的核心问题[19]。农业经济的可持续发展虽然涉及农业资源与环境、农业生产、农业市场、农产品消费、农业管理等诸多方面,但关键仍是农业发展赖以依存的农业自然资源与环境的利用能否实现可持续的问题[20]。研究可持续的发展状况要求我们

必须就资源、环境系统对人口、经济和社会系统发展的支撑能力及相互关系状况做出相应分析。这里我们引入资源—发展指数和环境—发展指数[15]。

R－D 指数(资源—发展综合指数)主要反映资源水平与人口、经济、社会发展之间的相互关系,即在一定资源状况下的人口、经济与社会的发展。其计算公式为:

$$R-D=\frac{B_4}{w_1B_1+w_2B_2+w_3B_3} \tag{6}$$

式中,B_i($i=1,2,\cdots,5$)为各系统评估值,w_1、w_2、w_3 为 B_1、B_2、B_3 系统对总系统的权重系数经归一化处理后的系数。

R－D 指数理论取值范围为(0, $+\infty$)。数值小,说明在资源较为稀缺的情况下,人口、经济与社会取得较大的发展,即资源的利用效率较高,但同时也说明人口、经济与社会发展对资源的压力较大;反之则相反。

E－D 指数(环境—发展综合指数) 主要反映环境状况与人口、经济、社会发展之间的相互关系,即在一定的人口负荷下,在经济发展和社会进步的同时,环境遭受到的破坏和污染程度。其计算公式为:

$$E-D=\frac{B_5}{w_1B_1+w_2B_2+w_3B_3} \tag{7}$$

其取值范围同 R－D 指数。数值小,说明在环境较差的情况下,人口、经济与社会取得较大的发展,即当前的环境容量较大,但同时也说明人口、经济和社会发展在一定程度上是以牺牲环境为代价的;反之则相反。

运用以上模型及表 2 数据,计算出 1995 年—2004 年陕西省资源—发展综合指数(R－D)和环境—发展综合指数(E－D),如表 3。

表 3　陕西省历年 R－D 和 E－D 指数

年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
R－D 指数	1.0000	0.9682	0.8671	0.8315	0.8096	0.7970	0.8388	0.8253	0.7720	0.7380
E－D 指数	1.0000	1.1274	0.9217	0.8515	0.9742	0.8306	0.9562	0.9710	1.0429	1.1957

由表 3 可以看出:资源—发展指数一直呈下降态势,环境—发展指数 1995 年—2000 年逐年下降,2000 年达最小值,以后开始上升。对于 R－D 指数可以这样理解其变化趋势的含义:人口、经济与社会发展对资源的压力较大,但资源的利用效率较高,资源状况对人口、经济与社会发展没有造成太大阻力,没有成为农业经济增长和农村社会发展的严重束缚。同样对于 E－D 指数的变化表明,2000 年之前环境容量较大,但同时说明人口、经济和社会发展在一定程度上是以牺牲环境为代价的,2000 年之后农业生态环境开始改善,并且改善速度快于人口、经济和社会子系统发展速度。这与陕西省实施退耕还林(草)政策,注重生态环境保护是有关系的。

五、结论

通过对 1995～2004 年陕西省农业可持续发展状况的分析,可得出如下结论:

(1)1995 年到 2004 年陕西省农业可持续发展水平逐步提高,年均递增 6.57 %,同时人口、经济、社会、资源、环境 5 个子系统的发展具有非同步性、非一致性的特点。

(2)从各指标的权重来看,人口子系统中的农村剩余劳动力转移率、经济子系统中的单位耕地面积农机总动力和农业比较优势系数、社会子系统中的工资性收入占总收入比重、资源子系统中的林草覆盖率、环境子系统中的单位土地面积受灾率等是各子系统的主要驱动或限制因子。

(3)2000年之前农业生产经营比较粗放,虽然资源利用效率不高,但生态环境容量还较大;2000年之后随着经济社会发展,生态环境容量变小,人口、经济与社会发展对资源环境的压力较大,资源逐渐成为制约农业经济增长和农村社会发展的重要因素之一。

(4)环境子系统随着"退耕还林(草)、山川秀美"政策的实施开始逐步改善,但是化肥、农药的使用,以及工业"三废"的排放对环境的污染状况仍不容乐观。

参考文献:

[1] Douglass G K. The meanings of agricultural sustainability [M]. Boulder, Colorado: Westview Press,1984.

[2] OECD. OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews: A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment[R]. Paris: OECD, 1993.

[3] FAO. FESLM: An International Framework Evaluating Sustainable and Management[R]. New York:FAO,1993.

[4] Kruseman G, Ruben R, Kuyvenhoven A. Analytical framework for disentangling the concept of sustainable land use [J]. Agricultural Systems, 1996,(5):191 - 207.

[5] Wiren L S. Sustainability in agriculture-an evaluation of principal goal oriented concepts to close the gap between theory and practice [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2001, (84):115 - 129.

[6] Praneetvatakul S, Janekarnkij P, Potchanasin C. Assessing the sustainability of agriculture -A case of Mae Chaem Catchment, northern Thailand [J]. Environment International, 2001, (27):103 - 109.

[7] Golam R, Gopal B T. Thapa. Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: an assessment based on environmental, economic and social perspectives [J]. Agricultural Systems, 2004, (79):327 - 351.

[8] Piorr H P. Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2003, (98):17 - 23.

[9] Webster J P G. Assessing the economic consequences of sustainability in agriculture [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1997, (64):95 - 102.

[10] Pretty J N. Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability and Self-reliance [M]. London: Earthscan Publications Limited,1995.

[11] Cornelissen A M G, Berg J, Koops W J. Assessment of the contribution of sustainability indicators to sustainable development: a novel approach using fuzzy set theory [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2001, (86):173 - 185.

[12] Hansen J W. Is agricultural sustainability a useful concept? [J]. Agricultural Systems,1996,(50):117 - 143.

[13] Smith C S, McDonald G T. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage [J]. Journal of Environmental Management, 1998, (52): 15 - 37.

[14] Torquebiau E. Are tropical agroforestry gardens sustainable? [J]. Agriculture and Human Values, 1992, (9): 11 - 19.

[15] 张忠根,应风其. 农业可持续发展评估:理论、方法与应用[M]. 北京:中国农业出版社,2003.

[16] 乔家君,许叔明. 区域可持续发展度量方法比较分析[J]. 地域研究与开发,2003,(4):9 - 11.

[17] 郭显光. 改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践,1998,(12):98 - 102.

[18] 张卫民. 基于熵值法的城市可持续发展评价模型[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版),2004,(2):112.

[19] Bontkes T S, Keulen H. Modeling the dynamics of agricultural development at farm and regional level [J]. Agricultural Systems, 2003, (76):379 - 396.

[20] 罗 勇. 区域经济可持续发展[M]. 北京:化学工业出版社,2005.

(下转第151页)

[9]　张河川，李润仙. 中年教师身心健康与主观幸福感的相关分析[J]. 中国健康教育，1998，14(3)：13－16.

An Exemplified Study on the Subjective Sensation of Happiness of College Teachers

QIU Xiu-fang

(*Personnel Department*, *Nanhua College of Industry and Commerce*, *Guangzhou* 510507, *China*)

Abstract: An investigation on 5603 college teachers about their subjective sensation of happiness, finds that 1) the life satisfaction of college teachers lies in the upper middle level, and they feel relatively more positive but less negative emotions; 2) the life satisfaction level of the female college teachers is obviously higher than the male, although that of both sexes is increasing with their age together with their negative emotions; 3) teachers with senior professional titles bears a much higher satisfaction level and a much lower negative emotional level than the others, while the teaching assistants have the lowest level of life satisfaction; 4) Teachers with a working duration of or above 20 years have a higher level of life satisfaction than the others, whereas those with no more than 5 years' teaching age have the lowest level.

Key Words: college teachers; subjective happiness

(上接第 22 页)

Assessing the Sustainability of A Regional Agriculture ——A Case Study of Shaanxi Province

ZHAO Xue-ping, LU Qian

(*College of Economics and Management of Northwest A&F University*, *Yangling* 712100, *China*)

Abstract: This paper, taking Shaanxi province for example, uses the method of entropy-value to make out weights of indicators, then using the resource-development index and the environment-development index quantitatively analyzes the support of resource and environment on regional agriculture. The results indicate that the agricultural system in Shaanxi was sustainable with time trends from 1995 to 2004. In addition, the pressure of the development of subsystems of population, economy and society on the subsystems of resource and environment turn out to be stronger and stronger. Although the agricultural environment got better, resource dually became one of the impotent factors restricted the development of regional agriculture.

Key Words: Regional agriculture; Agricultural sustainability; Resource& Environment