

江西省余江县生态农业综合评价*

吴大付^{1,2} 何园球²

(1 河南职业技术师范学院农学系, 河南新乡 453003)

(2 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

COMPREHENSIVE EVALUATION OF THE ECO-AGRICULTURE IN YUJIANG COUNTY, JIANGXI PROVINCE

Wu Dafu^{1,2} He Yuanqiu²

(1 Henan Vocational Technology-teacher College, Xinxiang, Henan 453003 China)

(2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008 China)

关键词 余江县; 生态农业; 综合评价
中图分类号 S181 文献标识码 A

余江县位于江西省东北部武夷山区向鄱阳湖平原的过渡地段, 东经 $116^{\circ}41' \sim 117^{\circ}09'$, 北纬 $28^{\circ}04' \sim 28^{\circ}37'$, 是我国中亚热带低丘岗地红壤的典型地区。据 1989 年土地资源普查结果, 全县国土总面积 927 km^2 。境内水、光、热资源丰富, 多年均温 17.6°C , 年均日照 1852.4 h , 年降雨量 1766.0 mm , 无霜期 262 d , 有利于农作物生长。生产经济条件较好, 1998 年全县耕地面积 20400 hm^2 , 人均耕地 0.062 hm^2 ; 人均纯收入达 2116 元 ; 耕地农机总动力 2.94 kW hm^{-2} , 耕地化肥施用量 $675.83 \text{ kg hm}^{-2}$ 。为促进生态农业的发展, 特对该县农业 50 年的发展态势进行分析评价。

1 研究方法

宏观研究与微观分析相结合。先设计余江生态农业的整个评价体系及其评价指标, 后依据县统计资料, 采用主成分分析对余江县 50 年来的农业发展从生态角度进行定量分析, 划分其发展阶段, 做出综合评价。

2 评价指标与计算结果

2.1 评价指标的确定

农业可持续发展在理论上归结为生态持续性、经济持续性和生产持续性。生态农业的评价指标体系以此为出发点, 逐步细化为三级指标(表 1)。

表 1 余江县生态农业持续性评价指标体系

| 第一级指标 | 第二级指标 | 第三级指标 |
|----------------|---------------|----------------|
| 生产持续性 | 自然资源指数 | 人均耕地面积 I_1 |
| | | 人均水田面积 I_2 |
| | 农业集约化指数 | 单位耕地化肥用量 I_3 |
| | | 单位耕地投能量 I_4 |
| 农产品指数 | 粮食商品率 I_5 | |
| | 人均粮食占有量 I_6 | |
| | 人均肉类占有量 I_7 | |
| 经济持续性 | 生产效率指数 | 粮食单产 I_8 |
| | | 水稻单产 I_9 |
| | 生产效益指数 | 生猪出栏率 I_{10} |
| 农业总产值 I_{11} | | |
| | | 种植业产值 I_{12} |
| | | 林业产值 I_{13} |

* 中国科学院知识创新项目(KZCX2-413, LSSASIPO 201) 资助

作者简介: 吴大付(1965~), 男, 博士, 主要从事生态农业和农作制方面的研究

收稿日期: 2003-05-09; 收到修改稿日期: 2004-01-18

续表

| 第一级指标 | 第二级指标 | 第三级指标 | | |
|------------------|--------------|----------------|--|------------------|
| 生产经济效率指数 | | 牧业产值 I_{14} | | |
| | | 渔业产值 I_{15} | | |
| | | 人均纯收入 I_{16} | | |
| | | 劳均产值 I_{17} | | |
| | | 人均产值 I_{18} | | |
| | | 劳动生产率 I_{19} | | |
| | | 生态持续性 资源利用效率指数 | | 氮素平衡指数 I_{20} |
| | | | | 磷素平衡指数 I_{21} |
| | | | | 钾素平衡指数 I_{22} |
| | | | | 粮食光能利用率 I_{23} |
| 水稻光能利用率 I_{24} | | | | |
| 种植指数 I_{25} | | | | |
| 能量产投比 I_{26} | | | | |
| 农业抗逆指数 | 灌溉率 I_{27} | | | |
| | 成灾率 I_{28} | | | |

2.2 原始数据标准化

由于指标向量间存在量纲和数量级的差异,必

须将原始数据标准化,以统一量纲和缩小指标间级差^[1~4]。即用 $\frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ 的方法对指标 x_i 进行转换,其中 x_{\min} 、 x_{\max} 分别表示 x_i 指标中的最小值和最大值,经标准化处理后所有值均居于 0~1 之间。

2.3 权重的确定

利用 SPSS 软件中主成分分析方法确定权重向量^[2,3]。即通过对上述转换后数据的主成分分析,求得主成分贡献率和因子载荷矩阵,再利用每一个主成分的贡献率和每一个因子在该主成分中的因子载荷量之积的累加和来反映该因子对总信息量的影响。计算公式如下:

$$Wk_i = \frac{\sum_{j=1}^n CR_j \times E_{ji}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n CR_j \times E_{ji}} \quad (1)$$

其中, Wk_i 为权重, i 为指标; j 为主成分, n 为指标个数; CR_j 为贡献率; E_{ji} 为因子载荷量,以绝对值计算。其主成分分析结果见表 2。

表 2 主成分因子载荷、特征值与相应特征变量

| 特征向量 | 主成分因子 | | | 特征向量 | 主成分因子 | | |
|--------------------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 |
| 人均耕地面积 (I_1) | 0.889 | 0.131 | 0.370 | 劳均产值 (I_{17}) | 0.679 | 0.510 | 0.490 |
| 人均水田面积 (I_2) | 0.872 | 0.038 | 0.285 | 人均产值 (I_{18}) | 0.325 | 0.922 | 0.040 |
| 单位耕地化肥用量 (I_3) | 0.967 | 0.111 | 0.030 | 劳动生产率 (I_{19}) | 0.832 | 0.086 | 0.454 |
| 单位耕地投能量 (I_4) | 0.966 | 0.110 | 0.096 | 氮素平衡指数 (I_{20}) | 0.685 | 0.684 | 0.182 |
| 粮食商品率 (I_5) | 0.958 | 0.028 | 0.144 | 磷素平衡指数 (I_{21}) | 0.712 | 0.657 | 0.167 |
| 人均粮食占有量 (I_6) | 0.109 | 0.832 | 0.350 | 钾素平衡指数 (I_{22}) | 0.626 | 0.601 | 0.442 |
| 人均肉类占有量 (I_7) | 0.887 | 0.432 | 0.112 | 粮食光能利用率 (I_{23}) | 0.532 | 0.707 | 0.426 |
| 粮食单产 (I_8) | 0.685 | 0.683 | 0.182 | 水稻光能利用率 (I_{24}) | 0.891 | 0.174 | 0.010 |
| 水稻单产 (I_9) | 0.712 | 0.657 | 0.167 | 种植指数 (I_{25}) | 0.515 | 0.431 | 0.382 |
| 生猪出栏率 (I_{10}) | 0.940 | 0.092 | 0.183 | 能量产投比 (I_{26}) | 0.263 | 0.656 | 0.575 |
| 农业总产值 (I_{11}) | 0.980 | 0.025 | 0.108 | 灌溉率 (I_{27}) | 0.979 | 0.033 | 0.102 |
| 种植业产值 (I_{12}) | 0.897 | 0.078 | 0.020 | 成灾率 (I_{28}) | 0.980 | 0.046 | 0.103 |
| 林业产值 (I_{13}) | 0.928 | 0.104 | 0.056 | 特征值 | 18.21 | 5.48 | 1.99 |
| 牧业产值 (I_{14}) | 0.904 | 0.263 | 0.040 | 贡献率 (%) | 65.03 | 19.58 | 7.10 |
| 渔业产值 (I_{15}) | 0.929 | 0.175 | 0.275 | 累加贡献率 (%) | 65.03 | 84.61 | 91.72 |
| 人均纯收入 (I_{16}) | 0.974 | 0.105 | 0.189 | | | | |

28 个指标(变量)对余江县 50 年生态农业的主成分分析表明,第一、二主成分的贡献率达 84.61%,综合了原有指标信息的 4/5 以上。所以余江生态农业的年度间差异可用第一、二主成分加以

分辨。其中第一主成分主要决定于农业集约化、生产效益和农业抗逆性的指标,是反映生态农业生产条件及其经济效益的因子;第二主成分主要决定于粮食单产、人均粮食占有量和人均产值指标,是反映

生态农业经济和粮食生产水平的因子; 第三主成分决定于劳均产值、劳动生产率和能量产投比指标, 是反映生态农业劳动生产率的因子。

根据权重计算公式和计算出的因子贡献率及载荷矩阵, 求出各指标的权重(表 3)。

表 3 各评价指标的权重

| 指标 | 权重 | 指标 | 权重 | 指标 | 权重 | 指标 | 权重 |
|----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| I ₁ | 0.038 6 | I ₈ | 0.036 1 | I ₁₅ | 0.040 0 | I ₂₂ | 0.034 0 |
| I ₂ | 0.036 7 | I ₉ | 0.036 8 | I ₁₆ | 0.040 3 | I ₂₃ | 0.031 5 |
| I ₃ | 0.039 8 | I ₁₀ | 0.039 3 | I ₁₇ | 0.040 4 | I ₂₄ | 0.038 2 |
| I ₄ | 0.039 9 | I ₁₁ | 0.039 5 | I ₁₈ | 0.024 2 | I ₂₅ | 0.028 8 |
| I ₅ | 0.038 8 | I ₁₂ | 0.037 1 | I ₁₉ | 0.036 3 | I ₂₆ | 0.021 6 |
| I ₆ | 0.016 8 | I ₁₃ | 0.038 6 | I ₂₀ | 0.036 1 | I ₂₇ | 0.039 5 |
| I ₇ | 0.035 0 | I ₁₄ | 0.039 6 | I ₂₁ | 0.036 8 | I ₂₈ | 0.039 7 |

2.4 综合评价价值

因子载荷得出后, 用回归法估算余江 50 年来历年的综合得分(表 4)。其计算式为:

$$S = \sum_{i=1}^n W_i P_i \quad (2)$$

其中, W_i 为第 i 个指标的权重; P_i 为第 i 个指标值。

表 4 余江县生态农业综合评价价值

| 年份 | 评价值 | 年份 | 评价值 | 年份 | 评价值 | 年份 | 评价值 | 年份 | 评价值 |
|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| 1949 | 0.214 0 | 1959 | 0.275 7 | 1969 | 0.236 6 | 1979 | 0.275 1 | 1989 | 0.308 2 |
| 1950 | 0.223 5 | 1960 | 0.258 3 | 1970 | 0.240 2 | 1980 | 0.301 6 | 1990 | 0.332 4 |
| 1951 | 0.258 9 | 1961 | 0.237 8 | 1971 | 0.216 9 | 1981 | 0.232 1 | 1991 | 0.397 0 |
| 1952 | 0.279 8 | 1962 | 0.221 1 | 1972 | 0.244 0 | 1982 | 0.301 8 | 1992 | 0.365 7 |
| 1953 | 0.236 1 | 1963 | 0.218 2 | 1973 | 0.235 0 | 1983 | 0.284 6 | 1993 | 0.414 3 |
| 1954 | 0.260 5 | 1964 | 0.266 7 | 1974 | 0.242 0 | 1984 | 0.334 7 | 1994 | 0.493 1 |
| 1955 | 0.204 4 | 1965 | 0.263 8 | 1975 | 0.259 3 | 1985 | 0.292 5 | 1995 | 0.536 4 |
| 1956 | 0.258 3 | 1966 | 0.265 2 | 1976 | 0.248 3 | 1986 | 0.284 6 | 1996 | 0.546 8 |
| 1957 | 0.269 3 | 1967 | 0.196 7 | 1977 | 0.299 0 | 1987 | 0.313 9 | 1997 | 0.631 6 |
| 1958 | 0.256 8 | 1968 | 0.239 2 | 1978 | 0.294 6 | 1988 | 0.298 8 | 1998 | 0.720 0 |

结果表明, 50 年来余江县农业随着生产条件的改善, 农业持续发展能力逐渐增强, 综合评价价值从 1949 年的 0.214 0 增加到 1998 年的 0.720 0, 增加了 3.36 倍。

3 结果分析

3.1 生态农业发展阶段的划分

为确定评价对象达到的水平, 可将综合评分值 0~1(因 W_i 值介于 0~1, P_i 值也介于 0~1) 划分为 5 个等级, 即评价值 < 0.300 0 定为初级生态农业阶段; 0.300 1~0.500 0 定为中级生态农业阶段; 0.500 1~0.700 0 定为较好生态农业阶段; 0.700 1~0.850 0 定为良好生态农业阶段; > 0.850 1 定为优良生态农业

阶段。

3.2 生态农业发展的几个阶段

根据上述标准和余江县 50 年的农业综合评价价值, 可将其农业发展分为 5 个阶段:

1949~1979 年评价值在 0.214 0~0.299 0 之间徘徊, 说明农业发展滞缓, 处于初级生态农业阶段; 1980~1989 年评价值在 0.3 左右摆动, 表明余江生态农业由初级阶段向中级阶段过渡; 1990~1994 年评价值 0.332 4~0.493 1, 处于中级生态农业阶段; 1995~1997 年全县农业发展较快, 综合评价价值达到 0.536 4~0.631 6, 步入较好生态农业阶段; 1998 年综合评价价值达 0.720 0, 意味着余江生态农业已进入良好生态农业阶段。

3.3 生态农业进一步发展的对策

上述分析可见,余江生态农业发展阶段周期愈来愈短,说明20世纪90年代后的阶段演变速度逐步加快,1998年综合评分值已达0.7200,生态农业进入了良好的生态农业阶段。为早日进入优良生态农业阶段,应着重采取以下对策:

1) 立体布局与农林复合。余江农业土地利用总体上仍没有走出沟谷农业的局限,立体结构不明显,园地所占比例依然较低,今后应大力发展适宜当地的林木、果树,如樟树、碰柑、杨梅等,形成“顶林、腰果、谷农、塘鱼”的层状立体布局和农林复合配置。

2) 种草养畜与种养结合。在种植立体布局同时,大力发展草业,种草养畜,种养结合,逐步形成草饲喂畜—粪尿制沼、栽菇—沼肥沼渣入塘养鱼—塘

淤返田等模式,提高物质多层利用率。

3) 产品加工与农工贸一体化。在果、牧、草发展的基础上,大力发展农副产品加工,形成公司加农户、基地加农户的种养加贸一条龙生产经营体系,开发多元化增值系列商品,促进生态农业的新发展。

参 考 文 献

- [1] 胡秉民,王兆骞,吴建军等. 农业生态系统结构指标体系及其量化方法的研究. 应用生态学报, 1992, 3(2): 144~148
- [2] 卢纹岱主编. SPSS FOR WINDOWS 统计分析. 北京: 电子工业出版社, 2000
- [3] 裴鑫德编著. 多元统计分析及其应用. 北京: 北京农业大学出版社, 1991
- [4] 严力蛟等著. 农业可持续发展概论. 北京: 中国环境科学技术出版社, 2001