

林东平,张海峰. 基于模糊数学的我国生态农业效益分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(14):277-280.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.14.070

# 基于模糊数学的我国生态农业效益分析

林东平, 张海峰

(哈尔滨工程大学经济管理学院,黑龙江哈尔滨 150001)

**摘要:**效益是衡量生态农业发展的主要指标。建立以生态效益、经济效益、社会效益为基本框架的指标体系,运用模糊数学多层次模型,经过一级、二级综合评判,对我国 31 个地区的生态农业效益进行计算分析。结果表明,我国不同区域的生态农业效益差异较大,发展不均衡;经济效益对生态农业效益的影响相对最大,我国东部地区的生态农业效益相对最好。在此基础上,对我国生态农业建设提出相应的建议 and 对策。

**关键词:**生态农业;指标体系;模糊数学;经济效益;社会效益;生态效益

**中图分类号:** F323 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)14-0277-03

在农业生产中,过度使用化肥、农药及不合理的农业生产方式易产生土壤板结、环境污染等一系列问题,不能维持土地资源的可持续利用,而发展生态农业有利于降低能耗、保护环境、实现农业可持续发展。生态农业的概念于 1970 年由美国土壤学家 Albreche 提出,直到 20 世纪 90 年代初各国政府才正式将生态问题引入农业发展领域<sup>[1]</sup>。生态农业是指在保护、改善农业生态环境的前提下,遵循生态学、生态经济学规律,运用系统工程方法和现代科学技术进行集约化经营的一种农业发展模式。生态农业通过人工设计生态工程,协调发展与环境、资源利用保护之间的矛盾,形成生态、经济的良性循环,实现经济、生态、社会三大效益的统一,相比传统农业的发展模式,生态农业更关注农业与环境、资源的协调性和可持续性<sup>[2]</sup>。

我国生态农业的概念由叶谦吉教授于 1980 年首次提出;1987 年,马世骏和李松华在《中国的农业生态工程》一书中明确提出农业生态工程,并指出生态农业是合理组合农、林、牧、渔、加工等的比例,实现经济效益、生态效益和社会效益三结合的农业生产体系。在构建生态农业的评价指标体系研究中,胡代泽认为,衡量生态农业的效益不能只看一、二项指标,而要对系统整体的结构和功能进行综合评价,要有可比的量化标准,指标的变量来源应建立在现有统计制度基础上<sup>[3]</sup>;乐波认为,生态农业的综合效益应包括社会、环境和其他等多个方面<sup>[4]</sup>。对生态农业的评价方法研究中,李洪泽等综合运用层次分析法、模糊隶属度、发展指数等方法来评价生态农业综合效益<sup>[5]</sup>;郑军等运用层次分析法,遵循要素、结构、绩效的范式,对中国生态农业的发展构建指标体系,并得出影响生态农业发展的最主要因素是农业生产主体和效益<sup>[6]</sup>。目前,我国的生态农业经过近 30 年的不断实践和发展已取得良好效果,大大缓解了粮食生产与生态环境的矛盾<sup>[7]</sup>,但对我国

各省区生态农业效益客观科学的评价分析研究还不多。本研究参考国内外生态农业效益的评价指标体系,将生态效益、经济效益、社会效益三者结合,分析筛选且重新构建适合中国的可持续发展的生态农业效益评价指标体系,并在此基础上,选取中国除台港澳之外的 22 个省、5 个自治区、4 个直辖市共计 31 个区域的数据,采用模糊数学的多层次模型,对 31 个区域的生态农业效益进行排名分析,为我国未来生态农业的发展提供一定的参考。

## 1 模型的构建及数据处理

### 1.1 生态农业评价指标体系的建立及权重的确定

根据评价指标体系建立的原则,将国内外有关生态农业效益的评价指标体系进行整理,并针对中国不同地区的实际情况,通过分析筛选,确立生态效益、经济效益、社会效益为一级指标体系,森林覆盖率等 11 个指标为二级指标体系(表 1)。在此基础上,按照层次分析法对各个指标进行独立打分,求得平均值构建判断矩阵,并对判断矩阵进行一致性检验,如判断矩阵具有令人满意的一致性,则求出的权重合理<sup>[8]</sup>。经对每个指标进行打分和判断,得到符合要求的各指标权重。

### 1.2 评价指标的无量纲化处理

评价指标各指标间往往由于量纲、函数关系、绝对值不同,不具有可比性,无法按照多目标规划的基本要求综合形成一个能衡量系统优劣的单指标,因此,须对同一指标不同数值的“价值”予以量化,即无量纲化处理。对 31 个地区的 11 个评价指标进行无量纲化处理,结果见表 2。

### 1.3 模糊数学计算

将因素集  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_{11}\}$  分为 3 组,即:  $U_1 = \{u_1, u_2, u_3, u_4\}$ ,  $U_2 = \{u_5, u_6, u_7\}$ ,  $U_3 = \{u_8, u_9, u_{10}, u_{11}\}$ 。设评判集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_{31}\}$ , 对每个因素集  $U_i (i = 1, 2, 3)$  中的因素进行单因素评价,建立单因素评判矩阵  $R_j$ , 令  $R_{ij} = \frac{x_{ij}}{31} (i = 1, 2, 3, \dots, 11; j = 1, 2, \dots, 31)$ , 则单因素评判矩阵  $R = (R_j)_{11 \times 31}$  (表 3),  $R_j$  表示第  $j$  个省(市、区)第  $i$  个因素的值在 31 个省(市、区)同一因素值总和中所占的比例。

收稿日期:2016-03-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:71273072);黑龙江省博士后基金(编号:LBH-Q14057)。

作者简介:林东平(1993—),男,山东烟台人,主要从事信息资源管理及资源优化配置研究。E-mail:15663631801@163.com。

通信作者:张海峰,博士,副教授,主要从事信息资源管理及资源优化配置研究。E-mail:zhf\_98yan@163.com。

表 1 生态农业评价指标体系及其权重

评价指标	一级指标体系		二级指标体系	
	指标	权重	指标	权重
生态农业	生态效益 $U_1$	0.267 3	森林覆盖率 $u_1$ (%)	0.237 7
			人均基本农田 $u_2$ (hm <sup>2</sup> )	0.469 7
			有效灌溉率 $u_3$ (%)	0.167 9
	经济效益 $U_2$	0.566 9	化肥使用量 $u_4$ (kg/hm <sup>2</sup> )	0.124 7
			农民人均纯收入 $u_5$ (×10 <sup>3</sup> 元)	0.596 6
			人均粮食占有量 $u_6$ (kg)	0.237 4
			农业结构系数 $u_7$	0.166 0
	社会效益 $U_3$	0.165 8	人口自然增长率 $u_8$ (%)	0.228 8
			人均肉食品产量 $u_9$ (kg)	0.253 6
			贫困人口比率 $u_{10}$ (%)	0.297 9
			恩格尔系数 $u_{11}$ (%)	0.217 9

表 2 数据的无量纲化处理结果

标度	评价指标										
	$u_1$ (%)	$u_2$ (hm <sup>2</sup> )	$u_3$ (%)	$u_4$ (kg/hm <sup>2</sup> )	$u_5$ (×10 <sup>3</sup> 元)	$u_6$ (kg)	$u_7$	$u_8$ (%)	$u_9$ (kg)	$u_{10}$ (%)	$u_{11}$ (%)
1	≤6	≤0.03	≤20	≥550	≤6	≤100	≥0.36	≥9	≤10	≥18	≥46
2	≤12	≤0.06	≤30	>500	≤7	≤180	≥0.35	≥8	≤20	≥16	≥44
3	≤18	≤0.09	≤40	>450	≤8	≤260	≥0.34	≥7	≤30	≥14	≥42
4	≤24	≤0.12	≤50	>400	≤9	≤340	≥0.33	≥6	≤40	≥12	≥40
5	≤30	≤0.15	≤60	>350	≤10	≤420	≥0.32	≥5	≤50	≥10	≥38
6	≤36	≤0.18	≤70	>300	≤11	≤500	≥0.31	≥4	≤60	≥8	≥36
7	≤42	≤0.21	≤80	>250	≤12	≤580	≥0.30	≥3	≤70	≥6	≥34
8	≤48	≤0.24	≤90	>200	≤13	≤660	≥0.29	≥2	≤80	≥4	≥32
9	>48	>0.24	>90	≤200	>13	>660	<0.29	<2	>80	<4	<32

2 结果与分析

2.1 一级指标综合评判

结果表明,因素集  $U_1 = \{u_1, u_2, u_3, u_4\}$  的权重为  $A_1 = (0.237\ 7, 0.469\ 7, 0.167\ 9, 0.124\ 7)$ , 其单因素评判矩阵为:

$$R_1 = \sum_{i=1}^4 R_{ij} (j=1, 2, \cdots, 31)。$$

作一级综合评判得:  $B_1 = A_1 \cdot R_1 = \sum_{i=1}^4 A_1 \cdot R_{ij} (j=1, 2, \cdots, 31) = (0.022\ 1, 0.016\ 6, 0.030\ 6, 0.027\ 0, 0.048\ 0, 0.034\ 8, 0.040\ 7, 0.054\ 3, 0.017\ 6, 0.027\ 0, 0.031\ 3, 0.034\ 0, 0.026\ 8, 0.036\ 1, 0.027\ 0, 0.029\ 6, 0.034\ 5, 0.038\ 2, 0.025\ 3, 0.035\ 8, 0.028\ 0, 0.030\ 4, 0.029\ 1, 0.035\ 4, 0.037\ 3, 0.032\ 6, 0.025\ 8, 0.034\ 1, 0.026\ 6, 0.036\ 0, 0.050\ 6)$ ; 因素集  $U_2 = \{u_5, u_6, u_7\}$  的权重为  $A_2 = (0.596\ 6, 0.237\ 4, 0.166\ 0)$ , 单因素评判矩阵为:

$$R_2 = \sum_{i=5}^7 R_{ij} (j=1, 2, \cdots, 31)。$$

作一级综合评判得:  $B_2 = A_2 \cdot R_2 = \sum_{i=5}^7 A_2 \cdot R_{ij} (j=1, 2, \cdots, 31) = (0.049\ 3, 0.045\ 0, 0.033\ 4, 0.025\ 0, 0.028\ 4, 0.036\ 4, 0.035\ 4, 0.036\ 7, 0.046\ 6, 0.049\ 4, 0.045\ 0, 0.030\ 2, 0.033\ 4, 0.027\ 8, 0.033\ 4, 0.031\ 3, 0.098\ 0, 0.029\ 1, 0.033\ 4, 0.018\ 3, 0.025\ 9, 0.023\ 2, 0.023\ 7, 0.015\ 3, 0.020\ 7, 0.014\ 3, 0.020\ 9, 0.016\ 1, 0.022\ 8, 0.022\ 9, 0.028\ 3)$ ; 因素集  $U_3 = \{u_8, u_9, u_{10}, u_{11}\}$  的权重为:  $A_3 = (0.228\ 8, 0.253\ 6, 0.297\ 9, 0.217\ 9)$ , 单因素评判矩阵为:

$$R_3 = \sum_{i=8}^{11} R_{ij} (j=1, 2, \cdots, 31)。$$

作一级综合评判得:  $B_3 = A_3 \cdot R_3 = \sum_{i=8}^{11} A_3 \cdot R_{ij} (j=1, 2, \cdots,$

$31) = (0.038\ 0, 0.039\ 2, 0.035\ 0, 0.028\ 4, 0.044\ 2, 0.047\ 6, 0.048\ 8, 0.042\ 2, 0.035\ 7, 0.040\ 4, 0.035\ 0, 0.028\ 3, 0.034\ 4, 0.029\ 9, 0.039\ 8, 0.036\ 6, 0.033\ 3, 0.032\ 0, 0.033\ 0, 0.023\ 3, 0.023\ 2, 0.035\ 1, 0.036\ 5, 0.024\ 1, 0.026\ 2, 0.018\ 4, 0.024\ 3, 0.021\ 0, 0.023\ 8, 0.023\ 7, 0.018\ 3)。$

2.2 生态农业效益综合评价

生态农业综合集  $U = \{U_1, U_2, U_3\}$  的权重分配为  $A = (0.027\ 3, 0.566\ 9, 0.165\ 8)$ , 令总单因素评判矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix}。$$

作综合评判得:  $B = A \cdot R = (0.040\ 1, 0.036\ 5, 0.032\ 9, 0.026\ 1, 0.036\ 3, 0.037\ 1, 0.039\ 0, 0.042\ 3, 0.037\ 0, 0.041\ 9, 0.039\ 7, 0.030\ 9, 0.031\ 8, 0.030\ 4, 0.032\ 8, 0.031\ 7, 0.070\ 3, 0.032\ 0, 0.031\ 2, 0.023\ 8, 0.026\ 0, 0.027\ 1, 0.027\ 3, 0.022\ 1, 0.026\ 1, 0.019\ 9, 0.022\ 8, 0.021\ 7, 0.024\ 0, 0.026\ 5, 0.032\ 6)$ , 从而得到 31 个地区生态农业效益由高到低依次为: 湖北省、黑龙江省、江苏省、北京市、浙江省、吉林省、辽宁省、上海市、天津市、内蒙古自治区、河北省、山东省、新疆维吾尔自治区、湖南省、福建省、河南省、广东省、安徽省、江西省、四川省、重庆市、宁夏回族自治区、山西省、云南省、海南省、青海省、广西壮族自治区、陕西省、贵州省、甘肃省、西藏自治区。为更直观地了解排名的情况及对我国不同区域生态农业建设情况进行分析, 经可视化处理由图 1 可见, 我国各个区域的生态农业效益差异较大, 生态农业建设程度不均衡, 生态农业效益综合评价较高的地区为湖北省、黑龙江省、江苏省、北京市、浙江省、吉林省, 生态农业效益较差的地区为云南省、海南省、青海省、广西壮族自治区、陕西

表 3 单因素评判矩阵

因素	不同省(市、区)各指标权重								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R_{1j}$	0.034 8	0.011 6	0.023 2	0.017 4	0.023 2	0.040 6	0.040 6	0.046 4	0.011 6
$R_{2j}$	0.007 4	0.007 4	0.029 4	0.029 4	0.066 2	0.029 4	0.051 5	0.066 2	0.007 4
$R_{3j}$	0.052 6	0.052 6	0.043 9	0.026 3	0.035 1	0.026 3	0.017 5	0.035 1	0.035 1
$R_{4j}$	0.012 5	0.012 5	0.031 3	0.037 5	0.043 8	0.031 3	0.031 3	0.050 0	0.043 8
$R_{5j}$	0.065 2	0.065 2	0.036 2	0.021 7	0.029 0	0.043 5	0.036 2	0.036 2	0.065 2
$R_{6j}$	0.004 6	0.009 2	0.027 5	0.022 9	0.041 3	0.027 5	0.041 3	0.041 3	0.004 6
$R_{7j}$	0.055 9	0.023 9	0.031 9	0.039 9	0.008 0	0.023 9	0.023 9	0.031 9	0.039 9
$R_{8j}$	0.040 9	0.054 5	0.027 3	0.035 7	0.047 7	0.061 3	0.061 3	0.061 3	0.047 7
$R_{9j}$	0.012 3	0.018 4	0.030 7	0.012 3	0.055 2	0.042 9	0.042 9	0.030 7	0.006 1
$R_{10j}$	0.051 1	0.051 1	0.039 8	0.022 7	0.034 1	0.045 5	0.045 5	0.045 5	0.051 1
$R_{11j}$	0.046 9	0.031 3	0.041 7	0.046 9	0.041 7	0.041 7	0.046 9	0.031 3	0.036 5
因素	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$R_{1j}$	0.017 4	0.052 3	0.029 0	0.052 3	0.052 3	0.017 4	0.023 2	0.040 6	0.046 4
$R_{2j}$	0.029 4	0.014 7	0.036 8	0.014 7	0.029 4	0.029 4	0.036 8	0.036 8	0.036 8
$R_{3j}$	0.035 1	0.052 6	0.035 1	0.035 1	0.026 3	0.035 1	0.026 3	0.026 3	0.026 3
$R_{4j}$	0.025 0	0.025 0	0.031 3	0.012 5	0.043 8	0.025 0	0.018 8	0.025 0	0.043 8
$R_{5j}$	0.065 2	0.065 2	0.029 0	0.043 5	0.029 0	0.036 2	0.029 0	0.029 0	0.029 0
$R_{6j}$	0.027 5	0.009 2	0.032 1	0.009 2	0.027 5	0.027 5	0.036 7	0.311 9	0.027 5
$R_{7j}$	0.023 9	0.023 9	0.031 9	0.031 9	0.023 9	0.031 9	0.031 9	0.039 9	0.031 9
$R_{8j}$	0.054 5	0.031 1	0.020 4	0.027 3	0.020 4	0.034 1	0.027 3	0.033 6	0.020 4
$R_{9j}$	0.018 4	0.018 4	0.030 7	0.030 7	0.036 8	0.036 8	0.036 8	0.042 9	0.042 9
$R_{10j}$	0.051 1	0.051 1	0.034 1	0.045 5	0.034 1	0.045 5	0.039 8	0.034 1	0.028 4
$R_{11j}$	0.036 5	0.036 5	0.026 0	0.031 3	0.026 0	0.041 7	0.041 7	0.020 8	0.036 5
因素	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$R_{1j}$	0.052 3	0.052 3	0.052 3	0.040 6	0.029 0	0.040 6	0.052 3	0.011 6	0.034 8
$R_{2j}$	0.014 7	0.036 8	0.022 1	0.029 4	0.029 4	0.036 8	0.036 8	0.022 1	0.029 4
$R_{3j}$	0.026 3	0.017 5	0.026 3	0.008 8	0.017 5	0.008 8	0.017 5	0.078 9	0.017 5
$R_{4j}$	0.012 5	0.025 0	0.006 3	0.043 8	0.043 8	0.056 3	0.037 5	0.050 0	0.006 3
$R_{5j}$	0.043 5	0.014 5	0.029 0	0.029 0	0.021 7	0.007 2	0.014 5	0.014 5	0.014 5
$R_{6j}$	0.009 2	0.018 3	0.013 8	0.022 9	0.022 9	0.018 3	0.022 9	0.018 3	0.018 3
$R_{7j}$	0.031 9	0.031 9	0.031 9	0.002 5	0.031 9	0.039 9	0.039 9	0.008 0	0.047 9
$R_{8j}$	0.027 3	0.013 6	0.006 8	0.040 9	0.047 7	0.027 3	0.027 3	0.006 8	0.040 9
$R_{9j}$	0.018 4	0.036 8	0.042 9	0.036 8	0.042 9	0.036 8	0.042 9	0.055 2	0.018 4
$R_{10j}$	0.051 1	0.017 0	0.028 4	0.039 8	0.034 1	0.005 7	0.011 4	0.005 7	0.011 4
$R_{11j}$	0.031 3	0.026 0	0.010 4	0.020 8	0.020 8	0.031 3	0.026 0	0.005 2	0.031 3
因素	28	29	30	31					
$R_{1j}$	0.011 6	0.005 8	0.011 6	0.024 6					
$R_{2j}$	0.044 1	0.029 4	0.051 5	0.058 8					
$R_{3j}$	0.026 3	0.026 3	0.026 3	0.078 9					
$R_{4j}$	0.050 0	0.056 3	0.037 5	0.031 3					
$R_{5j}$	0.007 2	0.014 5	0.014 5	0.021 7					
$R_{6j}$	0.027 5	0.009 2	0.032 1	0.036 7					
$R_{7j}$	0.031 9	0.071 8	0.039 9	0.039 9					
$R_{8j}$	0.027 3	0.013 6	0.006 8	0.006 8					
$R_{9j}$	0.024 5	0.036 8	0.024 5	0.036 8					
$R_{10j}$	0.005 7	0.011 4	0.022 7	0.005 7					
$R_{11j}$	0.031 3	0.036 5	0.041 7	0.026 0					

注:序号 1~31 分别表示北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区、辽宁省、吉林省、黑龙江省、上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省、江西省、山东省、河南省、湖北省、湖南省、广东省、广西壮族自治区、海南省、重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区。

省、贵州省、甘肃省、西藏自治区经济效益权重为 0.566 9,大于生态效益和社会效益,而在经济效益中,农民人均收入的权重相对最大,为 0.596 6,对生态农业效益的影响相对最大;东部地区的生态农业效益相对最好,这得益于东部地区拥有先进的农业产生技术、充足的资金支持以及较高的农业劳动力素质<sup>[9]</sup>;中部地区的生态农业效益略低于东部地区,但明显高于西部地区,这是由于中部地区分布着较多的农业大省,有利于生态农业的建设;北方地区的生态农业效益要高于南方地区,这可能与南北方气候和地形差异有关。

3 建议

为科学推动我国生态农业建设,因此建议:一是根据我国生态农业具有明显的地域性特点,制定我国不同地区生态农业建设的战略规划,要根据不同地区的资源禀赋和要素比较优势,因地制宜,严格按照地域分异规律的要求进行建设,避免盲目性<sup>[6]</sup>;二是加大政府对生态农业建设的扶持力度,尤其是加大对西部地区生态农业的投入,以促进西部地区生态农业建设、减少各区域生态农业建设程度的差异;三是要注重

张启文, 吴祎博. 农业贷款对农业经济增长影响的实证分析——以黑龙江省为例的 ECM 模型分析[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(14): 280–283.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.14.071

# 农业贷款对农业经济增长影响的实证分析 ——以黑龙江省为例的 ECM 模型分析

张启文, 吴祎博

(东北农业大学经济管理学院, 黑龙江哈尔滨 150030)

**摘要:** 农业贷款为农业经济发展提供必要的资金支持, 也是落实三农政策的重要方式。以黑龙江省为例, 运用基于主成分分析法的误差修正模型构建农业经济增长与代表黑龙江省农业贷款发展状况的主成分因子间的关系。结果显示, 代表黑龙江省农业贷款发展状况的贷款深度因子及转化效率因子分别对农业经济增长具有显著影响。在短期均衡下, 误差修正系数对模型具有反向修正调整作用; 在长期均衡下农业经济增长与 2 个主成分因子具有正相关协整关系。因此, 在长期内保证农业贷款稳定增长式投入, 增加农业贷款深度和存款转化效率, 鼓励金融机构在农村地区创新金融产品以适应农业经济发展特殊性。

**关键词:** 农业贷款; 农业产出; 主成分分析; 误差修正模型; 农村创新金融产品; 农业经济增长

**中图分类号:** F830.58 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)14-0280-04

中共中央“十三五”规划及 2015 年中央农村工作会议中, 总结和分析农业及农村形势并部署 2016 年农业农村工作, 强调地方各级党委和政府应坚持将农业农村工作放在重

收稿日期: 2016-04-17

基金项目: 黑龙江省社会科学基金(编号: 15JYD03)。

作者简介: 张启文(1967—), 男, 辽宁岫岩人, 教授, 博士生导师, 研究方向为农村金融。E-mail: wyb394343803@outlook.com。

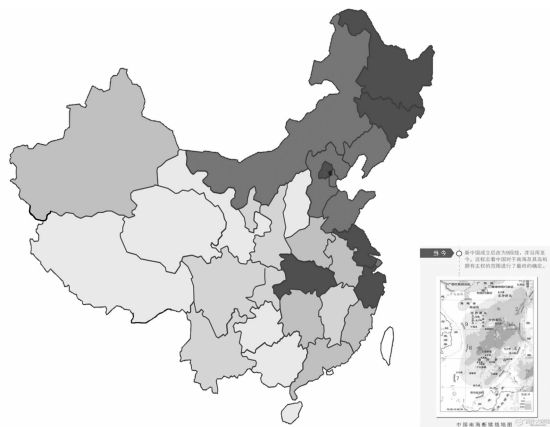
要位置, 在继续加大涉农资金整合和财政支农投入同时, 撬动更多社会资金投入农业农村, 充分利用农村资源资产资金。在农业农村经济发展过程中的资金投入主要依靠财政涉农资金和金融机构农业贷款, 财政涉农资金投入对地方农业农村发展具有政策指引作用, 却受地方财政实力局限。各类金融机构农业贷款投入可以实现撬动社会资金投入农业农村, 活跃农村经济和金融环境, 提高资金在农业农村领域运用效率。

黑龙江省是我国农业大省和重要粮食生产基地, 其农业

者的生态意识还比较薄弱, 对生态环境建设的重要性及与经济发展内在联系的紧迫性尚未引起足够重视, 因此, 应加强生态农业科技知识的宣传与培训, 提高广大农业参与者的生态农业意识, 以更好地进行我国生态农业建设。

## 参考文献:

- [1] 李新平. 中国生态农业的理论基础和研究动态[J]. 农业现代化研究, 2000, 21(6): 341–345.
- [2] 翟勇, 杨世琦, 韩清芳, 等. 生态农业评价理论与实证研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(11): 54–60.
- [3] 胡代泽. 生态农业综合效益评价指标体系及其应用[J]. 资源开发与保护, 1991(1): 3–7.
- [4] 乐波. 生态和谐的国际因素分析[J]. 贵州大学学报(社会科学版), 2006, 24(1): 5–9.
- [5] 李洪泽, 朱孔来. 生态农业综合效益评价指标体系及评价方法[J]. 中国林业经济, 2007(5): 19–22, 38.
- [6] 郑军, 史建民. 基于 AHP 法的生态农业竞争力评价指标体系构建[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(5): 1087–1092.
- [7] 邓水兰, 黄海良, 吴菲. 低碳农村建设问题探讨——以江西为例[J]. 江西社会科学, 2012(8): 61–65.
- [8] 梅林海, 聂红艳. 生态农业效益评价体系研究——以三峡库区移民地区为例[J]. 生态经济, 2005(11): 83–86.
- [9] 刘应元, 冯中朝, 李鹏, 等. 中国生态农业绩效评价与区域差异[J]. 经济地理, 2014, 34(3): 24–29.



生态农业效益程度由高到低  
图1 我国各地区生态农业的效益情况

经济效益、生态效益、社会效益的结合, 改善农业能源结构。虽然经济效益对生态农业建设的影响相对最大, 但生态农业是可持续发展的现代化农业, 要注重经济效益、生态效益和社会效益的结合, 调整农业能源结构, 尤其是减少农药化肥的使用, 应采用先进的农业技术, 更多地利用风能、太阳能等清洁能源进行农业生产, 改善农业能源结构。四是提高生态农业参与者的生态经营意识及劳动力素质。目前, 一些农业参与