

农业生态系统功能评价指标及计算方法

张 研

(黑龙江省农科院科技信息中心, 哈尔滨 150086)

摘要: 阐述了农业生态系统的概念、功能、评价标准。系统地介绍了农业生态系统主要评价指标及计算方法。为制定农业发展规划, 农业结构战略性调整以及项目申报、评价等提供科学手段。

关键词: 农业; 生态系统; 评价指标

中图分类号: S 181 文献标识码: A 文章编号: 1002—2767(2007)06—0076—03

Evaluation Index of the Function of Agricultural Ecological System and the Computing Methods

ZHANG Yan

(Information Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: The concept, structure, function and evaluation standard of agricultural ecological system were formulated, the main evaluation indexes and the computing methods were also systematically introduced. The purpose of the study was to provide scientific methods for agriculture development plan, strategic adjustment of agricultural structure and project declaration and so on.

Key words: agriculture; ecology system; evaluation index.

庞大的继续增长的人口对人类赖以生存的资源和环境构成越来越大的压力, 它像一条若隐若现的线, 贯穿在包括中国在内的广大第三世界国家经济和社会进步的各个方面, 成为巨大的制约因素。因此, 人口、资源、环境和发展, 相互影响、相互制约, 成为当代人类面临的四个世界性课题。

英国学者坦斯利于 1935 年首次提出的“生态系统”这个科学概念^[1]。目前人类正面临自身发展所

带来的日益严重的威胁。在这样的压力下, 生态学的研究逐步显示出威力, 成为当代最活跃的前沿科学之一。农业生态学的研究推动了农业研究和综合技术的发展。随着系统工程的发展和广泛的应用, 尤其是与农业生态的有机结合, 使农业生态系统的研究有了可靠、科学、先进的方法和手段, 从而广泛用于农业生态系统的结构优化, 评价分析和规划设计过程中。为了加强农业在国民经济、社会、生态、

收稿日期: 2007—03—30

作者简介: 张研(1982—), 女, 哈尔滨人, 在读硕士, 从事农业工程咨询研究。E-mail: zy88806@126.com。

属于第四类的只有羊角乡, 全乡属温带大陆性季风气候, 其特点为冬寒夏热、春温秋凉。该乡的粮食单产、人均粮食、经济作物占总播种面积比例等指标居于全县前列, 是左权农业未来发展的核心区, 积极引进科学技术和优良品种, 走农业产业化的路子是其潜力所在。

参考文献:

[1] 李慧东, 许新忠. 宁夏农村经济类型的模糊聚类法划分及其分

析[J]. 宁夏农学院学报, 1994, 15(2): 41-45

[2] 山西省统计局. 山西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005

[3] 谢季坚, 刘承平. 模糊数学方法及其应用[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000



科学技术综合发展中的作用及相互关系、调整农业的结构与布局、保持农业生态平衡、加强对农业人口的发展与控制, 以及加快能源、交通、商品生产、农村城镇等的建设, 农业生态系统的功能评价已成为不可缺少的科学手段^[2]。

1 农业生态系统的概念

农业生态系统是研究一定农业地域范围内相互作用的生物因素和非生物因素所构成的具有特定功能的整体。是人类生产活动不断干预和影响下建造起来的生态系统, 是自然与人工的复合系统。农业生产受益于自然资源, 以自然资源为输入原料, 同时又受制于自然资源, 因为自然资源又往往不能充分、均衡地满足各生物种群转化的需要, 而出现自然灾害。因此需要人类通过社会经济力量和技术力量对自然进行干预和改造, 从而构成农业生产的以自然物质、能量转化循环为基础的经济再生产。因此, 农业生态系统是在人类干预下, 利用自然资源为原料的生态系统^[3]。

2 农业生态系统的功能

农业生态系统研究的核心问题是功能。农业生态系统的优劣, 集中反映在功能效率上。在农业生态系统中, 物质循环、能量转化和信息联系构成了系统的基本功能。

2.1 物质循环

在农业生态系统中的物质是来自于环境, 构成了生态系统的物质循环。在物质循环中, 各种物质遵循物质不灭定律, 在生物与环境的系统内进行循环、转移。物质循环可以用“库”、流通量、周转率和周转时间等概念加以描述^[2-3]。

2.2 能量流动

农业生态系统的最初能源来自太阳, 并形成两种形式的能, 一是热能, 促进水循环和空气环流; 二是光化学能, 为植物光合作用所利用和固定, 从而形成碳水化合物及其它化合物。一切生命活动都存在着能量流动和转化, 并遵循热力学第一和第二定律。能量的流动和转移效率, 一般表现形式有生物生产力和能量的产投比。生物生产力是农业生态系统能量流动的重要定量指标。通过生物量、生产量、生态效率以及周转率和周转期来表示。

2.3 信息联系

农业生态系统中各组成成分之间以及各组成部分的内部, 通过信息把系统联结为一个统一整体。农业生态系统中的信息形式主要有营养信息、化学

信息、物理信息和行为信息。信息的联系通过信号的意识反映来传递。这种传递主要在植物与动物之间或种群之间进行, 也是生物种群生存的基础条件。

3 农业生态系统主要评价指标及计算方法

3.1 生态效益指数

3.1.1 能量指数 这是反映能量利用和转化效率的指标。

(1) 光能利用率 $E/\%$

$$\frac{\text{经济产量}(\text{kg}) \times 1000 \times 17771.8}{\text{当地生育期间有效辐射总量}} \times 100\%$$

式中 17771.8 为每形成 1g 干物质所需热量 (焦耳)。光能利用率以 1% 为标准, 达到 1% 以上为高水平 (17771.8 × 1000 为 1kg 干物质所需热量)。

(2) 热能利用率 热能利用率/ $\%$ = $\frac{1 \text{ 年内作物生育期间所需要的积温}}{\text{当地} \geq 10^{\circ}\text{C 全年积温}} \times 100\%$

(3) 水利用率 ① 地表水利用率/ $\%$ = $\frac{\text{地表径流利用量}}{\text{地表径流总量}} \times 100\%$; ② 地下水利用率/ $\%$ = $\frac{\text{地下浅层淡水开发量}}{\text{可能开发量}} \times 100\%$; ③ 水利用效率/ $\text{kg} \cdot \text{mm}^{-1}$

= $\frac{\text{单位产量}(\text{总生物量})}{\text{单位水量}(\text{降水} + \text{灌溉水} + \text{土壤水})} \times 100\%$; ④ 热能转换率: 能量转化率/ $\%$ = $\frac{\text{总产出能量}}{\text{人工投入总能量}} \times 100\%$

3.1.2 资源指标 主要反映资源利用情况和程度。

(1) 森林覆盖率: 指森林面积与土地总面积比率。森林覆盖率/ $\%$ = $\frac{\text{森林总面积}}{\text{土地总面积}} \times 100\%$

(2) 森林受灾率: 即受灾森林面积与森林总面积的比率。森林受灾率/ $\%$ = $\frac{\text{森林受灾面积}}{\text{森林总面积}} \times 100\%$

(3) 森林资源消长比率: 指森林年生长量与年消耗蓄贮量的比率。此指标在森林生态系统中应用数值应大于 1。森林资源消长比率/ $\%$

$$= \frac{\text{森林年生长量}}{\text{森林年消耗蓄贮量}}$$

(4) 草原退化面积比率: 指标数越小, 草原生态系统质量越好。草原退化面积比率/ $\%$ = $\frac{\text{草原退化面积}}{\text{草原总面积}} \times 100\%$

(5) 草原载畜量指数: 草原载畜量指数以趋于 1 为好。草原载畜量指数 = $\frac{\text{草原实际载畜量}}{\text{草原允许载畜量}} \times \%$

(6)渔业资源利用程度:即实际捕捞量与渔业资源总量的比率。这个指标应有一个限度范围,在水域生态系数中,指标应为 50 %左右。

(7)水土流失面积指数:此指标越小,说明生态效益越好。水土流失面积指数/ % = $\frac{\text{水土流失面积}}{\text{土地总面积}} \times 100\%$

(8)水土流失量:指单位面积土壤流失的量,即:
 $A = R \cdot K \cdot Ls \cdot C \cdot P$

式中, R 为降水量; K 为土壤可能侵蚀系数; Ls 为地形因素; C 为作物耕作或管理因素; P 为保护措施因素。

3 1 3 物质循环效益指标 主要反映物质循环的效率和利用的平衡状态。

(1)土壤有机质平衡:指土壤投入有机质的腐殖化程度与有机矿化比率的平衡。此指标超于 1 时为有机质处于平衡。 $A =$

$$\frac{\text{加入每 } 667\text{m}^2 \text{ 土壤中干物质有机质/ kg } \times \text{腐殖化系数 } \%}{667\text{m}^2 \text{ 耕层土壤重/ kg } \times \text{土壤有机质含量/ \%} \times \text{有机质矿化率 } \%}$$

(2)氮、磷、钾等营养元素平衡:投入和产出过程中,氮、磷、钾等营养元素的平衡关系,此指标趋于 1 时,反应营养元素处于平衡。

$$B_N = \frac{\text{肥料中含氮量} + \text{共生固氮量}}{\text{农副产品中含氮量}}$$

$$B_{PK} = \frac{\text{肥料中含磷、钾等营养元素量}}{\text{农副产品所含磷、钾等营养元素量}}$$

(3)农田水分平衡:指标趋于零时,农田水分处于平衡状态。即 $\triangle W = R - r - E$

式中 $\triangle W$ 为某时期农田水分的盈亏变量; R 为降水量; r 为地表径流量; E 为自然表面蒸发量(mm)。

(4)饲料转换率:指消耗一定量的饲料与获得畜禽产品、水产品的数量比率。指标数值越大,饲料转换率越高。

3 2 经济效益指标

3 2 1 人均资源占有量 包括土地、耕地、林地、草地、水资源。反映资源的丰实程度,为人口数量与资源的比率。

3 2 2 生产力指标 反映经济生产能力和经济水平的状况。

(1)人均主要农产品数量:在一定时期人均生产粮、棉、油、畜、禽、鱼、水果、木材等的数量,以 kg 或 m^3 为单位。

(2)土地利用度:各业占有率和复种指数。反映

土地 利 用 程 度。各 业 土 地 占 有 率/ % = $\frac{\text{各业占用土地面积}}{\text{农用地总面积}} \times 100\%$; 复 种 指 数/ % = $\frac{\text{播种面积}}{\text{耕地面积}} \times 100\%$

(3)劳动生产率:即单位活动消耗所创造的产品产量(或产值)。

3 2 3 效益及效果指标 是反映经济效益和投资效果的指标。包括:系统年人均总产值,人均总收入和人均纯收入;成本效益,包括单位产品成本和成本利润率;投资效果,包括投资回收期和投资总收益率。

3 3 社会效益指标

社会效益指标主要是指满足人们生产、生活需求量,以及生活福利和精神文明建设的指标。主要以模糊打分法计算。

3 3 1 系统开放度 指系统内对外界的供给和需求关系。包括商品率,生产、生活农产品自给程度,生产和生活劳动资料的自给程度。

3 3 2 社会福利 指教育、医疗、劳保、儿童保障及社会福利设施的完善程度。

3 3 3 劳动力就业率 指闲散劳动力的安排和就业程度。

3 3 4 人口质量 指人口的文化程度,接受科学技术的能力和素质。

3 3 5 各职能机构协调度 指指挥部门的工作能力、各部门之间联系和协作的程度。

3 4 综合效益指数

3 4 1 系统稳定程度 指农业生态系统的抗逆能力、养分平衡、水分平衡、能量产投比、产值增长率和收入增长率等的加权平均值。

3 4 2 综合效益系数 可以是生态效益、经济效益和社会效益单项效益的综合,也可以是三个效益的综合,采用加权平均值系数。

参考文献:

[1] 柳斌,李志坚.国情教育[M]. 长春:东北师范大学出版社,1993

[2] 张象枢.农业系统工程概论[M]. 济南:山东科学技术出版社,1987

[3] 朱志明.农业系统工程子系统设计[M]. 济南:山东科学技术出版社,1988

[4] 杨凤海,包喜利,杭艳红.农业生态环境的经济学分析[J]. 农业经济问题,1999, (10): 52-55.

[5] 石兆明.牡丹江流域中下游水土保持生态建设工程及效益分析[J]. 黑龙江农业科学,2005(4): 20-22.