

广东省种植业系统能值分析

刘新茂 蓝盛芳 陈飞鹏

(华南农业大学生物技术学院, 广州, 510642)

摘要 应用能值(EMERGY)分析理论和方法, 分析广东省种植业生态系统环境资源基础和经济特征, 并与发达国家比较. 结果表明, 广东省种植业系统的发展程度相对较低, 应进一步提高种植业的能值投入, 重点是提高农业科技含量和可更新资源能值投入及科学管理力度.

关键词 种植业系统; 能值分析; 广东省

中图分类号 S 181

能值分析是美国著名生态学家 H.T.Odum 创立的一种新理论, 它着重于系统整体特征(自然属性和经济特征)的分析, 不仅克服了传统能量分析方法中不同类别能量难于比较和加减的问题, 而且从一个全新的角度来看待环境资源在生态系统中的作用, 适合比较分析不同类别能量, 综合分析评价能流、物流和货币流. 本研究通过定量分析广东种植业自然环境资源和人工辅助能能量投入和产出的总能源能值, 评价其环境资源能值基础、能值投入和生产力水平, 为合理开发农业环境资源, 实现农业可持续发展提供依据.

1 研究区域与方法

本研究采用农业生态系统的能量和能值分析相结合的研究方法(Ulgiati et al, 1992; 蓝盛芳等, 1995). 原始数据的计算依据 1993 年度广东省种植业各种能物流资料(冯灼峰等, 1994); 能量折算参数参照骆世明等(1987)、Odum(1987; 1996)、闻大中(1986). 本研究为宏观区域系统能值分析, 所涉及的太阳能值转换率参照文献[Odum H T, 1987. Ecology and economy: emergy analysis and public policy in texas., Odum 1996; 蓝盛芳, 1995]. 研究区域范围是广东省种植业系统.

2 结果与分析

2.1 系统投能结构分析

广东省种植业系统能值总流量估算为 234.02×10^{20} sej(注: sej = solar emjoules 太阳能焦耳), 其中可更新环境资源、不可更新环境资源、不可更新的工业辅助能值、可更新的有机能值各占总能值流量的 15.6%、0.74%、56.7% 和 26.9%(表 1). 工业辅助能值投入最大, 化肥(氮、磷、钾肥)的能值投入占工业辅助能值投入总量的 65.3%, 居于首位, 表明工业辅助能值投入主要是化肥的投入.

可更新的辅助有机能仅次于工业辅助能, 仍占有重要地位. 但与传统农业相比, 其在系统各类能投中所占的比例已大大降低. 有机能中主要的能值投入来自人、畜力, 特别是人力, 表明人力仍然是广东省种植业系统的重要动力, 也说明精耕细作程度很高. 有机能是一种可更

新的资源,提高有机能的比例,对农业的可持续性发展具有重要意义.

表 1 广东省种植业系统能值分析表(1993)

项目	能量或物质 /(J or g)	太阳能值转换率 (sej·J ⁻¹ or g ⁻¹)	太阳能值/ (× 10 ³⁰ sej)	宏观经济价值 /(× 10 ⁷ \$)
可更新环境资源(R)				
太阳能	10.23 × 10 ²⁰ J	1	10.23	11.51
雨水化学能	23.66 × 10 ¹⁶ J	15 444	36.54	41.10
雨水势能	20.28 × 10 ¹⁶ J	8 888	18.02	20.27
地球旋转能	70.50 × 10 ¹⁵ J	29 000	20.45	23.00
小计 ¹⁾			36.54	41.10
不可更新环境资源(N)				
表土层净损失	2.79 × 10 ¹⁵ J	62 500	1.74	1.96
小计			1.74	1.96
不可更新工业辅助能(F)				
电力	78.43 × 10 ¹⁴ J	159 000	12.47	14.03
柴油	1.08 × 10 ¹⁶ J	66 000	7.13	8.02
汽油	1.70 × 10 ¹⁵ J	66 000	1.12	1.26
机油	3.94 × 10 ¹⁴ J	66 000	0.26	0.29
钾肥	25.99 × 10 ¹⁰ g	1.74 × 10 ⁹	4.52	5.08
氮肥	88.80 × 10 ¹⁰ g	4.62 × 10 ⁹	41.03	46.15
磷肥	24.23 × 10 ¹⁰ g	1.78 × 10 ¹⁰	43.13	48.52
农药	9.84 × 10 ¹⁵ J	66 000	6.49	7.30
机械			9.09	10.22
农用资产			7.48	8.41
小计			132.72	149.29
可更新的有机能(T)				
人力	8.82 × 10 ¹⁵ J	3.80 × 10 ⁵	33.52	37.71
畜力	10.06 × 10 ¹⁵ J	1.46 × 10 ⁵	14.69	16.52
有机肥			6.93	7.80
种子	11.94 × 10 ¹⁵ J	66 000	7.88	8.86
小计			63.02	70.89
系统总能值投入(I)			234.02	263.24
系统总能量产出(Y)	71.44 × 10 ¹⁶ J			

1) 几种可更新环境资源是同样气候、地球物理作用引起的不同现象,只取其中能值投入量最大的雨水化学能(Odum,1987;1996),以避免能值的重复计算

投入系统的可更新环境资源主要是雨水.其能值投入主要与种植业系统面积大小、气候及地质因素相关,只要不遇极端情况(如大旱、大涝等),其数量大小不会有很大的改变,因此地区系统的可更新环境资源可视作常量.

通常,在可以预见的时期内,土壤肥力的下降可看作是不可更新的资源消耗(Odum,1996).广东省种植业系统每年的表土层净肥力损失仅占系统总能值流动量的 0.74%,这表明系统内

作物的生长在很大程度上已不再依赖于土壤的自然肥力,而主要受工业辅助能值投入量的影响。诚然,考虑到不同地区表土层侵蚀速率的实际情况,这里对表土层净肥力损失量的估测可能偏低。

2.2 能值指标体系

2.2.1 太阳能值转换率 即每单位某种类别的能量或物质所含(相当)的太阳能值之量。广东省种植业系统的太阳能值转换率为 $3.28 \times 10^4 \text{ sej/J}$,比意大利相应系统低(表 2)。由于太阳能值转换率不仅是评价能质的指标,而且是评价自组织系统产品等级和作用效果的指标,系统产品的太阳能值转换率越高,其能质等级越高,作用效果越大,能扮演中心功能作用;但从另一角度看,它需要输入较大量的能量来维持该系统产品的生产过程(Odum,1987;1996)。因此,从系统的太阳能值转换率可以看出,广东省种植业系统的能值投入量与发达国家相比仍处于一个相对低的水平,应当进一步增加系统的能值投入量,提高系统的太阳能值转换率。

表 2 广东省和意大利种植业系统能值指标的比较¹⁾

能值指标	表达式	广东省(1993)	意大利(1989)
系统的太阳能值转换率	I/Y	$3.28 \times 10^4 \text{ sej/J}$	$4.62 \times 10^4 \text{ sej/J}$
净能值产出率	$I/(F+T)$	1.20	1.13
能值投入率	$(F+T)/(R+N)$	5.11	7.55
环境承载力	$(F+T+N)/R$	5.40	9.29
无偿环境能值/总能值	$(R+N)/I$	0.16	0.11

1) 意大利种植业系统能值指标资料来源:Ulgiati et al,1992

2.2.2 净能值产出率 为产出(输出)的能值与反馈(输入)的能值之比,其中反馈的能值来自人类经济系统,它说明经济生产的能投应用效率。广东省种植业系统的净能值产出率为 1.20,高于意大利相应系统(表 2)。说明广东省种植业系统比发达国家具有较高的能值利用效率,生产成本较低,因而在同等条件下,其产品在世界市场上具有较强的竞争能力。这是由于广东省种植业系统购买能值的投入比例较低,而生产消耗无偿的自然环境资源,如太阳光、雨水、土壤等的比例较高。

2.2.3 能值投入率 等于人类经济系统投入(反馈)的能值与自然环境资源输入生产过程的能值之比。前者如燃油、电力、物资和劳务等,均需花钱购买,故称为“购买能值(Purchased energy)”;后者来自自然界无偿投入,称为“无偿能值(Free energy)”,包括土地、矿藏等不可更新资源和太阳光、风、雨等可更新资源。它可用于衡量经济活动在一定条件下的竞争能力,并可测知环境资源条件对经济活动的承受力。

广东省种植业系统的总体能值投入率为 5.11,低于意大利相应系统的 7.55(表 2),表明广东省种植业系统每单位无偿环境资源的利用只相应投入了较少的购买能值,也就是说购买能值投入水平与国外相比还处于一个相对低的水平。这一方面使广东省种植业产品因较少的购买能值投入而降低生产成本,在世界市场上具有较强的竞争能力;但另一方面由于购买能值投入较少,使无偿的环境资源不能达到最佳的利用效率。因此,可以考虑适当增加购买能值的投入量,提高系统的能值投入率。

2.2.4 环境承载力 等于“购买能值”加上系统内消耗的不可更新资源(如土壤等)能值与投入系统内无偿的可更新环境资源(如太阳光、雨水等)能值之比。广东省种植业系统的环境承

载力为 5.40,远低于发达国家如意大利种植业系统,后者的环境承载力为 9.29(表 2),表明广东省种植业系统的发展水平还较低,系统生产的环境压力不高,农业环境资源还有进一步开发利用的潜力,可以进一步加大能值投入,提高生产力水平。

2.2.5 无偿环境能值投入与购买能值投入 种植业系统的能值来源可分为两部分:无偿自然环境资源能值投入(包括可更新和不可更新环境资源)和购买能值投入(包括不可更新的工业辅助能和可更新的有机能),分别占种植业系统总能值投入的 16.4%和 83.6%(表 1),购买能值投入占绝大部分。说明广东省种植业系统已主要依赖来自经济系统的购买能值,它已成为一个高度开放的商品型系统。从表 2 可以看出,广东省和意大利种植业系统均以商品能值为主(占总能值投入 80%以上),但相对而言,前者的购买能值投入比例比后者相对较低(约 5%),这与上面的分析是一致的。

3 讨论

(1) 广东省种植业系统的太阳能值转换率、能值投入率、环境承载力均低于发达国家的相应指标,而净能值产出率则稍有高出,表明该系统的总体能值投入水平不高,与发达国家相比还处于一个相对低的发展水平,为促进其发展,还应进一步增加能值投入。

(2) 不可更新资源能值投入占系统总能值投入的 57.5%,其中化肥能值投入比重最大。据汤建东(1994)研究,广东的化肥施用量已大大高出全国平均水平。大量增加化肥施用量,必然加速土壤有机质损耗,同时,由于它的不可更新性、有限性和对环境的污染性,过量投入不利于可持续发展。广东增加种植业能值投入的重点应该放在提高可更新资源投入,适当控制工业辅助能投入,尤其是大量化肥和农药的投入。

(3) 可更新资源的能值投入包括可更新的环境资源和有机能投入,前者在非极端的情况下可视作常量,故提高可更新资源能值投入的实质是增加可更新有机能投入。为此,一方面要大力提高有机肥的还田率,另一方面还要增加劳力的能值投入。广东省人多地少,1993 年全省人口已达 6 581 万人,人均耕地不足 0.04 hm^2 ,仅为全国平均值的一半,而人力资源丰富。在这种情况下,盲目增加不可更新资源能值投入是不明智的。因此,通过适当增加人力资源的能值投入,发展劳动密集型种植业,控制不可更新工业辅助能投入,对今后种植业可持续发展具有重要意义。

(4) 科学技术是高能值转换率、高能值、高等级的能量,大力提高科学技术在农业生产中的应用水平是发展农业生产的关键。同时,我国传统的农业技术如轮作、间作、套复种、精耕细作和有机肥还田等,对于减少化肥和农药的投入,提高土壤肥力,促进能量和物质的转化效率具有重要的作用。今后广东省种植业发展及其研究的重点,应在传统农业技术的基础上,结合现代农业的特点,发展农业生物技术、生态工程技术,探索建立多层次、高功能的生态农业模式。

参 考 文 献

- 冯灼峰,瞿锦云.1994.广东农村统计年鉴 1994.北京:中国统计出版社,12~36
汤建东.1994.广东省肥料投入的状况和对策.广东农业科学,3:25~26
骆世明,陈聿华,严斧.1987.农业生态学.长沙:湖南科学技术出版社,51~85,450~468
闻大中.1986.我国东北地区农业生态系统的能值研究:I.松嫩平原一个典型农业生态系统的能值分析.生态学杂志,5(4):1~5

- 蓝盛芳, Odum H T. 1995. 中国农业资源基础和经济的能值分析. 见: 吴大青, 等主编. 当代资源环境与经济增长——95 国际资源环境与经济增长国际学术研讨会论文集. 武昌: 华中理工大学出版社, 26 ~ 29
- Odum H T. 1996. Environmental accounting: emergy and decision making. New York: John Wiley & Sons, 320 ~ 370
- Ulgiate S, Odum H T, Bastianoni S. 1992. Emery analysis of the italian agricultural system——the role of energy quality and environmental inputs. In: Bonati L. et al eds. Trends in Ecological Physical Chemistry. Milan: Elsevier, 187 ~ 215

Emergy Analysis for Planting System of Guangdong Province

Liu Xinmao Lan Shengfang Chen Feipeng

(College of Biotechnology, South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract The planting system of Guangdong province is evaluated by using energy and emergy analysis theory. The results show that the emergy input level of planting system in Guangdong is lower than that in developed countries, which suggest the emergy input should be increased. The focal point of emergy input is to raise the level of farming technology and increase renewable resource emergy input, especially using agricultural ecological engineering technology and biotechniques.

Key words planting system; emergy analysis; Guangdong province

【责任编辑 李 玲】

欢迎订阅 2000 年《华南农业大学学报》

《华南农业大学学报》是华南农业大学主办的综合性农业科学学术刊物。本刊主要报道我校各学校的科研学术论文、研究简报、文献综述等。本刊附英文目录和英文摘要。读者对象是农业院校师生、农业科研人员和有关部门的专业干部。

本刊为中国科学引文数据库固定刊源,并排列在被引频次最高的中国科技期刊 500 名以内。被《中文核心期刊要目总览》确认为综合性农业科学核心期刊、植物保护类核心期刊。为国内外多家文摘的固定刊源。

国内外公开发行、季刊。每期 126 页,定价 5.00,全年 20.00 元、自办发行,参加高等学校学报联合征订发行。

订阅办法:1. 将订阅款邮汇至:100054 北京右安门外首都医科大学期刊社;2. 银行汇款至:户名:首都医科大学期刊社;开户银行:工商银行北京宣武支行樱桃园分理处,帐号:144659 - 713;3. 订阅款邮汇至:510642 广州五山华南农业大学学报编辑部。

《华南农业大学学报》编委会