

基于能值分析的周口市农用地可持续利用研究

孙水娟¹, 文倩^{1,2}, 谢平¹

(1. 湖南农业大学 资源环境学院, 长沙 410128; 2. 河南农业大学 资源环境学院, 郑州 450002)

摘要:以河南省周口市为例,选取 2000—2009 年统计数据,利用能值分析法对周口市农用地的可持续利用性进行了研究。结果表明:(1) 农业投入主要以购买资源投入为主,其所占总能值投入比重达到 90% 以上,且工业能投入很大程度上依赖于化肥、农药的投入,降水量显著影响可更新环境资源的投入;(2) 农业产出以种植业和畜牧业为主,所占比例达到 99% 左右,渔业和林业所占比重过低,农业产出结构比较单一;(3) 农用地的使用在经济可持续性方面取得了初步成效,但在生态可持续性和社会可持续性方面却处于较低水平,可持续利用指数显示农业系统具有很大的活力和较大的发展潜力;不可持续性表现在化肥和农药的大量投入以及单一的农业产出结构。

关键词:能值分析;农用地;可持续利用;周口市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)04-0212-06

Research on the Sustainability of Agricultural Land Based on Emergy Analysis in Zhoukou City

SUN Shui-juan¹, WEN Qian^{1,2}, XIE Ping¹

(1. College of Resources and Environment, Hu'nan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2. College of Resources and Environment, He'nan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Taking Zhoukou City of He'nan Province as an example, and selecting statistical data from 2000 to 2008, this paper studied the sustainability of agricultural land in Zhoukou City from the perspective of energy. The results showed that: agricultural inputs were mainly dominated by the purchasing resources, the proportion of which exceeded 90% of the total energy input, and industrial inputs largely depended on the inputs of fertilizer and pesticide, precipitation significantly affected the investment of renewable environmental resources; agricultural outputs were mainly dominated by the crop growth and livestock, the proportion of which about 99%, the fishery and forestry took a very low percentage, the structure of agricultural outputs was relatively simple; the economic sustainability of agricultural land use has achieved initial success, while ecological sustainability and social sustainability were at lower levels, the index of sustainable use indicated that agricultural system had great vitality and a greater potential for development; the unsustainability was expressed by a large number inputs of fertilizers, pesticides and a single structure of agricultural outputs.

Key words: emergy analysis; agricultural land; sustainability; Zhoukou City

土地是一切环境要素和资源的重要载体,对于社会经济发展具有举足轻重的作用。随着工业化、城镇化进程的加快以及人口的增加,土地资源的稀缺性越来越明显。由于人类对土地的不合理利用,土地利用的广度和深度正在发生深刻的变化,这不仅可以改变陆地生态系统的功能和结构,还会导致土地覆被发生变化,尤其是农用地,其集约化利用已成为土地覆被改

变的最显著形式^[1]。因此,关于土地资源可持续利用的研究已经引起学者们的高度重视。目前,许多学者已从不同的角度对土地资源的可持续利用性进行了研究,如循环经济角度^[2]、农户兼业角度^[3]、土地产权理论角度^[4]等,也有学者采用不同的方法对此进行了研究,如熵值法^[5]、层次分析法^[6]、以及生态足迹法^[7]等,但基本上都是基于不同层次系统和量纲的数据。

收稿日期:2012-01-29

修回日期:2012-03-13

资助项目:国家自然科学基金(40901120)

作者简介:孙水娟(1985—),女,河南焦作人,硕士研究生,主要研究方向为土地资源利用。E-mail:ssjhenan1985@126.com

通信作者:文倩(1974—),女,辽宁本溪人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事土地资源利用与可持续发展研究。E-mail:wenqian23@163.com

能值理论可以将不同层次系统和量纲的数据转换成统一的标准来进行研究,但目前只有少数学者从能值角度出发来评价土地资源的可持续利用性,如 Zhang wen^[8]和梁珊珊^[9]等利用能值分析方法分别对新疆阜康市绿洲系统和西安市农用地的可持续利用性进行了评价。本文以河南省重要的产粮大市周口市为研究区域,从能值角度出发来评价周口市农用地的可持续利用性,以期为该市土地可持续利用、区域粮食安全提供理论指导与借鉴。

1 研究区概况

周口市位于河南省东南部,东临安徽阜阳,西接河南漯河市、许昌市,南与驻马店市相连,北与开封、商丘市接壤。地属黄淮平原,地势西北高、东南低,自然坡降为 1/5 000~1/7 000,境内有沙颍河、涡河、西肥河、汝河四大扇形水系。海拔高度 35.5~64.3 m。气候属暖温带半湿润季风型气候,年平均气温 14.5~15.8℃,年降水量 689~816 mm,年均日照时数 2 025~2 269 h,全年太阳辐射总量 $5.11 \times 10^5 \text{ J/cm}^2$ 。

2010 年全市土地总面积 1 195 944 hm^2 ,其中农用地面积约占土地总面积的 82.65%;全市 2010 年末常住人口 894 万人,城镇化率 29.7%;国民生产总值 1 228.30 亿元。作为重要的商品粮生产基地,2010 年全市粮食播种面积 1 132 600 hm^2 ,粮食总产量 723.71 万 t。

2 研究方法

2.1 能值分析理论

H. T. Odum 将能值定义为:一流动或储存的能量所包含另一类别能量的数量,即为该能量的能值。以能值为基准,可以衡量和比较不同类型和不同等级的能量的真实价值;可以把不同种类、不可比较的能量转换为可进行比较的同一标准——能值^[10]。在实际应用中,以“太阳能值(solar emergy)”衡量某一能量的能值,它不只考虑能量的数量,还考虑能量的质量。应用各种能量数据,就可以通过各种能量的能值转换率,计算出相应的能值^[10]。

2.2 数据来源与计算方法

周口市农业系统能值分析所需数据主要来源于周口市历年统计年鉴、河南省历年统计年鉴。以 2000—2009 年周口市农用地利用数据为基础,首先参考《农业生态学》^[11]将部分数据折算为能量单位,然后参考《生态经济系统能值分析》^[10]提供的能值转换率将能量折算为能值,最终形成 2000—2009 年周口市农业系统能值投入产出表。

最后,基于周口市农用地能值投入和产出数据,分别从经济可持续性、生态可持续性和社会可持续性三个方面选定土地能值净收益、能值投资率、净能值产出率(EYR)、环境负载率(ELR)、能值利用强度、能值自给率以及基于能值的可持续利用指数作为周口市农用地可持续利用能值评价指数(表 1)。

表 1 周口市农用地可持续利用指标汇总

| 项目 | 表达式 | 备注 |
|--------------|--------------------------------|--------------|
| 土地能值净收益 | $(U_{out} - U_{in}) / A_{rea}$ | 经济可持续性 |
| 能值投资率 | $F / (R + N)$ | 经济、生态可持续性 |
| 净能值产出率(EYR) | $U_{out} / (F + R_1)$ | 经济可持续性 |
| 环境负载率(ELR) | $(N + F) / (R + R_1)$ | 生态可持续性 |
| 能值利用强度 | U_{in} / A_{rea} | 社会可持续性 |
| 能值自给率 | $(R + N) / U_{in}$ | 社会可持续性 |
| 基于能值的可持续利用指数 | EYR/ELR | 经济、社会、生态可持续性 |

注:Area 为历年周口市农用地面积。

3 结果与分析

3.1 周口市农用地能值投入分析

2000—2009 年周口市能值投入整体呈下降趋势(表 2),由 2000 年的 $1.43 \times 10^{22} \text{ sej}$ 下降到 2009 年的 $1.23 \times 10^{22} \text{ sej}$,下降幅度达到 14.3%,并且能值投入主要以不可更新工业辅助能和可更新有机能投入为主,即以购买资源投入为主,其占整个农业系统能值投入的 90%以上,且投入比例近几年处于逐年上升的趋势,说明周口市农业的集约化程度逐渐提高,这对于周口市农业增产有着重要的促进作用。

在各项能值投入中,可更新资源占总能值投入的比重整体呈下降趋势,总体上由 2000 年的 9.11%下降到 2009 年的 8.44%,下降了 0.67%,并且雨水化学势能和地球循环能是其最主要的能值投入,但是由于 10 a 间地球循环能基本上保持不变,对可更新资源能值投入影响不大,因此降雨量的变化引起了周口市农用地的可更新资源能值投入。

可更新有机能的投入呈逐年下降趋势,且变化幅度比较明显,10 a 间减少了 62.53%。有机肥的投入量占总能值投入的比重由 2000 年的 37.14%下降到 2009 年的 13.71%,10 a 间下降了 23.42%,下降幅度很明显;人力在有机能投入中也占据了比较大的比重,并且投入比重逐年上升,但其占总能值投入比重基本上稳定在 6%左右,说明农业的现代化发展水平不是很高,农业生产活动占据的劳动力依然较多,这对于农民的增产创收、农村生活条件的提高有限制作用。

周口市不可更新能源能值投入分为两部分。一

部分是不可更新资源能值投入,主要是表土损失能,10 a 间其整体上处于上升态势,说明周口市的水土流失情况逐渐恶化。另一部分是不可更新工业辅助能,其占总能值投入的比重由 2000 年的 45.76% 增加到 2009 年的 71.63%,上升幅度很明显。这说明周口市农业生产很大程度上依赖于不可更新工业能的投入,尤其是化肥和农药的投入,其占工业能的比重为

59% 左右。化肥和农药的大量施用,会造成农业生产成本的增加以及农产品质量的下降,最终不利于周口市农用地的可持续利用。此外,周口市农机总动力的能值投入也呈现逐年上升的态势,2009 年基本上达到整个工业能投入的三分之一,说明周口市农业的机械化水平快速发展,这对于农民的增收有一定的促进作用。

表 2 周口市 2000—2009 年农业系统能值投入

| 能值投入种类 | 能值转换率 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----------------------------------|----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 太阳光能/ 10^{18} sej | 1.00E+00 | 8.84 | 9.86 | 9.42 | 6.47 | 9.21 | 8.94 | 9.03 | 8.25 | 9.07 | 9.27 |
| 风能/ 10^{19} sej | 6.63E+02 | 5.35 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | 5.33 | 5.33 | 5.33 | 5.33 | 5.33 |
| 雨水化学势能/ 10^{20} sej | 1.54E+04 | 7.81 | 4.14 | 4.99 | 9.20 | 7.30 | 6.51 | 5.76 | 6.46 | 5.75 | 5.28 |
| 雨水地质势能/ 10^{19} sej | 8.89E+03 | 4.47 | 2.37 | 2.85 | 5.26 | 4.17 | 3.72 | 3.29 | 3.69 | 3.29 | 3.02 |
| 地球循环能/ 10^{20} sej | 2.90E+04 | 4.17 | 4.17 | 4.16 | 4.16 | 4.16 | 4.16 | 4.16 | 4.16 | 4.16 | 4.16 |
| 可更新环境资源合计(R)/ 10^{21} sej | | 1.31 | 0.92 | 1.01 | 1.45 | 1.25 | 1.17 | 1.09 | 1.16 | 1.09 | 1.04 |
| 表土层净损失/ 10^{19} sej | 6.25E+04 | 3.88 | 3.88 | 3.88 | 3.88 | 3.88 | 3.87 | 3.87 | 3.87 | 3.87 | 3.87 |
| 不可更新环境资源合计(N)/ 10^{19} sej | | 3.88 | 3.88 | 3.88 | 3.88 | 3.88 | 3.87 | 3.87 | 3.87 | 3.87 | 3.87 |
| 氮/ 10^{21} sej | 4.62E+09 | 1.25 | 1.32 | 1.36 | 1.30 | 1.50 | 1.53 | 1.52 | 1.48 | 1.56 | 1.34 |
| 磷/ 10^{21} sej | 1.78E+10 | 2.51 | 2.72 | 2.77 | 2.91 | 2.33 | 2.32 | 2.34 | 2.49 | 2.32 | 2.46 |
| 钾/ 10^{20} sej | 2.96E+09 | 1.19 | 1.24 | 1.28 | 1.33 | 1.60 | 1.70 | 1.73 | 1.75 | 1.77 | 2.28 |
| 复合肥/ 10^{20} sej | 2.80E+09 | 1.98 | 2.48 | 2.92 | 2.46 | 2.58 | 4.70 | 7.53 | 7.90 | 8.30 | 8.71 |
| 农药/ 10^{19} sej | 1.62E+09 | 3.27 | 3.49 | 3.59 | 3.19 | 2.87 | 2.96 | 3.04 | 3.14 | 3.20 | 3.02 |
| 农膜/ 10^{18} sej | 3.80E+08 | 3.16 | 3.35 | 4.08 | 3.79 | 3.99 | 3.80 | 3.80 | 3.63 | 3.33 | 3.59 |
| 柴油/ 10^{20} sej | 6.60E+04 | 2.90 | 3.43 | 3.42 | 3.05 | 3.39 | 3.52 | 3.54 | 3.55 | 3.61 | 3.92 |
| 农机总动力/ 10^{21} sej | 7.50E+07 | 1.78 | 1.91 | 2.06 | 2.14 | 2.26 | 2.36 | 2.45 | 2.52 | 2.64 | 2.77 |
| 电力/ 10^{20} sej | 1.59E+05 | 3.75 | 4.25 | 4.48 | 4.52 | 4.85 | 4.88 | 5.59 | 6.23 | 6.62 | 6.97 |
| 不可更新工业辅助能合计(F)/ 10^{21} sej | | 6.56 | 7.13 | 7.44 | 7.52 | 7.36 | 7.71 | 8.18 | 8.47 | 8.59 | 8.79 |
| 人力/ 10^{20} sej | 3.80E+05 | 8.34 | 8.34 | 11.05 | 8.02 | 7.80 | 7.68 | 7.17 | 7.22 | 7.14 | 7.22 |
| 畜力/ 10^{20} sej | 1.46E+05 | 2.72 | 2.52 | 2.77 | 2.14 | 1.73 | 1.51 | 1.19 | 0.90 | 0.04 | 0.02 |
| 有机肥/ 10^{21} sej | 2.70E+04 | 5.32 | 4.68 | 4.12 | 3.63 | 3.19 | 2.81 | 2.47 | 2.17 | 1.91 | 1.68 |
| 可更新有机能合计(R_1)/ 10^{21} sej | | 6.43 | 5.77 | 5.50 | 4.64 | 4.14 | 3.73 | 3.31 | 2.99 | 2.63 | 2.41 |
| 总能值投入(U_m)/ 10^{22} sej | | 1.43 | 1.39 | 1.40 | 1.36 | 1.28 | 1.26 | 1.26 | 1.27 | 1.23 | 1.23 |

3.2 周口市农用地能值产出分析

周口市农用地利用系统的能值产出主要是种植业产出和畜牧业产出(表 3),两者所占比例达到 99%;2000—2009 年,周口市农用地能值产出整体呈上升的趋势,但是中间曾两度出现下降,即 2003 年农用地能值产出达到近 10 a 的最低点,这可能与 2003 年周口市遭受罕见的秋涝灾害有关,致使秋季农作物大幅度减产;但 2004 年农用地能值产出迅速反弹,与 2003 年相比增长幅度达到 16.75%。2004—2007 年周口市农用地能值产出逐年快速上升,但到 2008 年,农用地能值产出又大幅度降低,与 2007 年相比下降幅度达到 20.33%,这可能与 2008 年全国范围内的雨雪冰冻灾害有关。到 2009 年,周口市农用地能值产出又出现反弹的趋势,与 2008 年相比增长了 4.2%。

在各项能值产出中,粮食(稻谷、小麦、玉米、豆类、薯类)占总产出的 11.38% 左右,蔬菜和水果均占 0.5% 左右,肉类占 68% 左右,渔业几乎为 0,林业在 1% 左右,说明周口市农业产出比较单一,大部分来源于种植业和畜牧业产出,今后应加大蔬果、渔业和林业的投入力度,优化农产品产出结构。此外,2003 年和 2008 年能值总产出的突然减少均是由于突发自然灾害所引起的,并且对种植业影响非常显著,表现为种植业 2003 年能值产出比 2002 年减少了 58.48%,说明种植业是周口市农用地利用系统能值产出的重要支柱,其对提高农用地单位投入所带来的经济收益影响显著。由于周口市的社会经济发展水平在很大程度上依赖于农产品,因此,要加快周口市的社会经济发展,必须对农产品进行深加工,充分发挥农产品丰富的资源优势。

3.3 周口市农用地能值评价指数分析

3.3.1 土地能值净收益 土地能值净收益是从经济地利用类型转换的经济驱动机理,为分析类型转换对可持续性角度来评价农用地的利用情况,可以揭示土地 土地利用供给在总量和空间配置打下基础^[9]。

表 3 周口市 2000—2009 年农业系统能值产出

| 能值产出种类 | 能值转换率 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----------------------------------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水稻/ 10^{18} sej | $3.59E+04$ | 2.28 | 2.22 | 2.06 | 0.65 | 1.95 | 2.17 | 2.87 | 2.44 | 2.82 | 3.31 |
| 小麦/ 10^{21} sej | $6.80E+04$ | 4.05 | 4.20 | 3.84 | 3.85 | 4.21 | 4.26 | 4.56 | 5.01 | 5.16 | 5.25 |
| 玉米/ 10^{21} sej | $5.81E+04$ | 0.96 | 1.17 | 1.27 | 0.30 | 1.04 | 1.04 | 1.60 | 1.80 | 1.74 | 1.68 |
| 豆类/ 10^{21} sej | $6.90E+05$ | 3.46 | 3.83 | 3.92 | 1.33 | 3.63 | 4.12 | 4.56 | 3.66 | 4.71 | 5.34 |
| 薯类/ 10^{18} sej | $2.70E+03$ | 3.76 | 3.57 | 3.63 | 0.74 | 2.56 | 2.87 | 3.21 | 1.69 | 2.45 | 2.89 |
| 油料/ 10^{21} sej | $6.90E+05$ | 6.13 | 6.33 | 6.74 | 1.89 | 4.75 | 5.09 | 5.13 | 4.98 | 5.24 | 5.51 |
| 棉花/ 10^{21} sej | $1.90E+06$ | 7.01 | 9.02 | 9.29 | 2.68 | 5.58 | 7.27 | 8.20 | 7.06 | 5.94 | 4.76 |
| 蔬菜/ 10^{20} sej | $2.70E+04$ | 3.21 | 3.77 | 3.96 | 2.95 | 4.10 | 4.34 | 4.85 | 4.97 | 5.09 | 5.34 |
| 水果/ 10^{20} sej | $5.30E+05$ | 4.09 | 4.03 | 4.28 | 4.02 | 4.51 | 3.41 | 5.12 | 6.11 | 6.23 | 6.85 |
| 种植业合计/ 10^{22} sej | | 2.23 | 2.53 | 2.59 | 1.07 | 2.01 | 2.26 | 2.51 | 2.36 | 2.39 | 2.38 |
| 肉类/ 10^{22} sej | $3.17E+06$ | 4.73 | 5.02 | 5.56 | 5.80 | 6.01 | 6.09 | 6.53 | 7.11 | 4.99 | 5.31 |
| 奶类/ 10^{19} sej | $1.70E+06$ | 1.92 | 1.39 | 3.69 | 6.33 | 8.74 | 17.56 | 27.67 | 42.17 | 44.98 | 49.55 |
| 蜂蜜/ 10^{17} sej | $1.71E+06$ | 0.99 | 21.08 | 16.12 | 20.53 | 25.84 | 10.86 | 29.36 | 33.87 | 28.71 | 33.77 |
| 禽蛋/ 10^{21} sej | $2.00E+06$ | 2.62 | 2.78 | 2.92 | 3.16 | 3.46 | 3.71 | 3.91 | 3.50 | 3.78 | 4.00 |
| 毛类/ 10^{17} sej | $4.40E+06$ | 3.37 | 2.62 | 2.24 | 2.24 | 18.33 | 19.07 | 14.96 | 4.49 | 4.49 | 4.86 |
| 畜牧业合计/ 10^{22} sej | | 5.00 | 5.30 | 5.85 | 6.12 | 6.37 | 6.48 | 6.95 | 7.50 | 5.42 | 5.76 |
| 水产品/ 10^{14} sej | $3.49E+04$ | 7.66 | 8.03 | 8.38 | 7.39 | 7.92 | 8.74 | 12.86 | 17.05 | 18.83 | 19.85 |
| 渔业合计/ 10^{14} sej | | 7.66 | 8.03 | 8.38 | 7.39 | 7.92 | 8.74 | 12.86 | 17.05 | 18.83 | 19.85 |
| 林业产值/ 10^{20} sej | $1.20E+12$ | 5.89 | 6.41 | 6.44 | 5.15 | 8.38 | 9.26 | 9.83 | 10.81 | 13.34 | 14.30 |
| 林业合计/ 10^{20} sej | | 5.89 | 6.41 | 6.44 | 5.15 | 8.38 | 9.26 | 9.83 | 10.81 | 13.34 | 14.30 |
| 总能值产出(U_{out})/ 10^{22} sej | 7.29 | 7.90 | 8.51 | 7.25 | 8.46 | 8.83 | 9.55 | 9.97 | 7.94 | 8.27 | |

注:其中林业产值的能值转换率单位为“sej/元”。

2000—2009 年,土地能值净收益整体上呈上升态势(表 4),由 2000 年的 5.908×10^{18} sej/ km^2 上升到 2009 年的 7.129×10^{18} sej/ km^2 , 上升幅度达到 20.67%,上升幅度较明显,说明周口市农用地产生的经济效益不断增大,发展潜力很大;但是 2003 年和 2008 年两度出现下降,这主要是由自然灾害导致的种植业能值产出下降所引起的,由此可知,种植业对周口市的农业发展起着至关重要的作用。

3.3.2 能值投资率 能值投资率也称为“经济能值/环境能值”的比率,是衡量经济发展程度和环境负载程度的指标,可用于确定经济活动在一定条件下的收益,并可测知环境资源条件对经济活动的负载率,其值越大表明系统经济发展程度越高,其值越小则说明发展水平越低,而对环境的依赖越强^[10]。

2000—2009 年,周口市能值投资率整体呈上升趋势,由 2000 年的 4.877 上升到 2009 年的 8.18,上升幅度达到 67.71%,说明周口市农业生产条件逐步改善,对自然资源的依赖性逐渐减小,抵抗自然灾害的能力则逐渐增强。但是,由于周口市农业生产管理水平和手段还不是很先进,化肥、农药的投入比例较高,

这会影响周口市农业利用系统的可持续发展。农业投入的逐渐增多会导致生产成本持续增高,对农民增收有一定的限制作用。

3.3.3 净能值产出率 净能值产出率是衡量系统产出对经济贡献大小的指标,从土地的经济可持续性来评价农用地的产出效率。其值越大,表示系统的生产效率越高。

2000—2009 年,除了在 2003 年和 2009 年数值出现降幅外,其他年份整体上呈上升趋势,由 2000 年的 5.615 上升到 2009 年的 7.386,增长幅度达到 31.55%,其中 2003 年和 2009 年数值的减少分别是由当年种植业和畜牧业能值产出减少所导致的。周口市的净能值产出率远远大于全国农业平均净能值产出率水平 1.42^[12],说明周口市农业利用系统的整体功能良好,回报率高,这可能与周口市近年来加大农业的科技投入力度,尽量减少化肥、农药的施用量,提高农业的机械化程度有关,这些措施会在整体上提高整个系统的能值产出,从而提高周口市农产品在市场上的竞争力。

3.3.4 环境负载率 环境负载率是用来衡量一个地

区一定的经济状况下环境系统所承受的压力,具有环境预警作用,能从土地的生态可持续性方面探讨农用地利用系统的可持续利用程度。

2000—2009 年,周口市的环境负载率介于 0.853~2.565,低于全国平均水平 5.89^[12],说明周口市环境资源还未达到高效利用,农业发展还具有较大的潜力,存在着较大的上升空间。但是,尽管环境负载率远低于全国平均水平,10 a 间却呈现出逐年快速上升的态势,上升幅度达 200.67%,周口市正在面临越来越严重的环境问题。因此,在今后的农用地利用中,要大力加强农业的生产管理,尽量减少化肥、农药、农膜等农业生产资料的投入,从而在根源上减少这些生产资料所带来的产品质量问题和环境污染问题。

3.3.5 能值利用强度 能值利用强度是评价系统经济发展程度和发展水平的指标,能从土地的社会可持续性方面评价农用地的可持续利用程度;其值越大,表示土地的经济开发程度越高,环境压力越大。

周口市农用地的能值利用强度总体上呈逐年降低趋势,由 2000 年的 1.445×10^{18} sej/km² 下降到 2009 年的 1.242×10^{18} sej/km²,下降幅度达到 14.05%,其中在 2002 年和 2007 年出现小幅反弹。能值利用强度的下降主要是由于农用地能值总投入处于逐年下降的态势,说明周口市农用地经济开发程度还具有较大的发展空间,农用地利用对环境造成的压力在逐渐缓和。

3.3.6 能值自给率 能值自给率是从土地的社会可持续性方面来评价农用地的可持续利用程度。该值越大,说明系统的自给自足能力越强,对内部资源开

发程度也越高。但同时,对本地不可更新资源过多地进行开发,并且由于购买能值投入不够,可能会使本地区资源得不到最佳利用,造成经济发展程度不高。

周口市能值自给率基本上在 9.0% 左右波动,远低于全国农业平均水平 16.8%^[9],反映出周口市农业经济发展欠佳,农用地利用系统的自给自足能力较弱,对内部资源的开发程度较低,农用地资源利用的封闭程度较强。

3.3.7 基于能值的可持续利用指数 可持续利用指数(ESI)是用来衡量一个地区生态经济系统可持续性和协调性的指标,能从经济、生态和社会可持续性三方面来评价农业系统的可持续发展程度。研究显示:ESI<1 为消费性经济系统,这时本区域内不可更新资源的利用程度较高,系统的进口资源和劳务能值在总能值使用量中所占比重很大,对环境的负载压力也较大;ESI 在 1~10 之间,系统富有活力和较大的发展潜力;ESI>10 时,区域经济不发达,且对环境资源的开发利用程度不足^[12]。

2000—2009 年间,周口市农用地利用系统的 ESI 变化幅度很大,且呈波动下降趋势,波动范围在 2.880~6.853 之间,说明周口市农用地利用系统富有活力和较大的发展潜力,对不可更新资源的开发利用程度适中。

此外,2000—2003 年 ESI 呈下降态势,但 2004 年又出现反弹,比 2003 年增加了 11.59%,此后则一直递减,表明周口市 ESI 变化不是很稳定。因此,周口市政府必须对农业生产进行科学调控和指导,以确保农业利用系统的可持续发展性。

表 4 周口市 2000—2009 年农用地可持续利用能值评价指数

| 年份 | 土地能值净收益/ (10^{18} sej · km ⁻²) | 能值 投资率 | 净能值产出率 (EYR) | 环境负载率 (ELR) | 能值利用强度/ (10^{18} sej · km ⁻²) | 能值 自给率 | 基于能值的可持 续利用指数 |
|------|--|-----------|-----------------|----------------|---|-----------|------------------|
| 2000 | 5.908 | 4.877 | 5.615 | 0.853 | 1.445 | 0.094 | 6.583 |
| 2001 | 6.575 | 7.449 | 6.126 | 1.072 | 1.398 | 0.069 | 5.716 |
| 2002 | 7.179 | 7.116 | 6.574 | 1.149 | 1.413 | 0.075 | 5.721 |
| 2003 | 5.944 | 5.055 | 5.960 | 1.241 | 1.379 | 0.109 | 4.802 |
| 2004 | 7.261 | 5.713 | 7.353 | 1.372 | 1.294 | 0.101 | 5.359 |
| 2005 | 7.656 | 6.401 | 7.720 | 1.584 | 1.279 | 0.095 | 4.874 |
| 2006 | 8.387 | 7.267 | 8.314 | 1.871 | 1.276 | 0.089 | 4.445 |
| 2007 | 8.805 | 7.066 | 8.702 | 2.052 | 1.280 | 0.095 | 4.242 |
| 2008 | 6.786 | 7.634 | 7.080 | 2.320 | 1.249 | 0.091 | 3.051 |
| 2009 | 7.129 | 8.180 | 7.386 | 2.565 | 1.242 | 0.088 | 2.880 |

3.4 周口市农用地可持续利用性分析

评价周口市农用地可持续利用性的 7 项能值指数综合表明,周口市农用地利用系统的活力与发展潜力较高,对环境资源的开发利用程度还有很大的空间。

经济可持续性方面:周口市农用地产生的经济效益不断增大,发展潜力很大,种植业对周口市农业发展起着至关重要的作用;农业生产条件逐步改善,农业利用系统的整体功能良好,回报率高。

生态可持续性方面:周口市环境资源还未达到高

效利用,农用地利用系统对自然资源的依赖性逐渐减小,抵抗自然灾害的能力则逐渐增强,农业发展还具有较大的潜力,存在着较大的上升空间;但是,环境负载率的持续上升表明周口市将面临越来越严重的环境问题。

社会可持续性方面:周口市农业经济发展水平不高,农用地利用系统的自给自足能力较弱,对内部资源的开发程度不高,农用地资源利用的封闭程度较强,农用地经济开发程度还具有较大的发展空间。

周口市农用地利用系统的不可持续性表现在:一方面是化肥和农药的大量投入,这些工业能的投入占整个工业能的投入的59%左右,不合理的化肥和农药投入比例,很容易造成土壤中的硝酸盐积累、土地退化和土壤板结,并且会使蔬菜中的硝酸盐过度积累,从而对人体健康产生影响;另一方面,周口市的能值产出在很大程度上依赖于种植业和畜牧业,渔业和林业能值产出比例太小,结构不合理,一旦遭受自然灾害,将会在很大程度上影响总能值的产出。

4 结论

本研究表明将能值作为统一标准,利用能值分析方法来评价周口市农用地的可持续利用性具有一定的可行性,避免了不同种类、不可比较的能量之间的壁垒,更加体现了可持续发展的观点。

(1) 周口市能值投入整体呈下降趋势。降水量的变化显著影响可更新环境资源的投入;农业投入主要以不可更新工业辅助能和可更新有机能投入为主,其所占总能值投入比重达90%以上,且工业能投入很大程度依赖于化肥、农药的投入;农机总动力的投入占总能值投入的比例约为60%,而人力投入只占到6%左右,说明周口市农业生产已逐步摆脱传统农业的束缚。

(2) 农业产出主要以种植业和畜牧业产出为主,所占比重达到99%左右,尤其是粮食作物和肉类;周口市农产品产出比较单一,今后应加大蔬果、渔业和林业的投入力度,优化农产品产出结构。并且种植业产出的变化能有效引起整个农业产出的变化。

(3) 本文从经济、社会和生态三方面评价了周口

市农用地可持续利用程度,结果表明周口市农用地的使用在经济可持续性方面取得了初步成效,但在生态可持续性和社会可持续性方面却处于较低水平,可持续利用指数显示农用地利用系统具有很大的活力和较大的发展潜力,对环境资源的开发利用程度还具有较大的发展空间。周口市农业系统的不可持续性表现在化肥和农药的大量投入以及农业产出结构的单一。

参考文献:

- [1] 刘正恩,孙双印,高建民. 河北省怀来县土地利用程度及其区域差异分析[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(11):125-128.
- [2] 袁磊,雷国平,张小虎. 基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用地区差异评价[J]. 农业现代化研究,2010,31(2):245-249.
- [3] 罗芳. 农户兼业水平对土地可持续利用的影响分析[J]. 湖北农业科学,2011,50(13):2801-2806.
- [4] 李娜,程干,胡兰兰,等. 土地产权理论在土地可持续利用与水库移民安置中的应用[J]. 农业经济与科技,2009,20(11):83-84.
- [5] 赵德义,高晓巍,周耀光. 基于熵值法的县域土地资源可持续利用评价:以石家庄市为例[J]. 安徽农业科学,2010,38(26):14741-14744,14790.
- [6] 王杨,雷国平,宋戈. 煤炭枯竭型城市土地可持续利用定量评价研究[J]. 中国国土资源经济,2011(8):40-43.
- [7] 梅志敏. 基于生态足迹的贵州省土地可持续利用研究[J]. 贵州农业科学,2009,37(8):198-200.
- [8] Zhang Wen, Li Xiubin, Wang Xiuhong. Sustainability assessment and land use optimization of oasis agro-economic system based on emergy analysis[J]. Journal of Resources and Ecology,2011,2(3):241-249.
- [9] 梁珊珊,张承中,李双强. 基于能值分析的西安市农业用地可持续性评估与对策研究[J]. 资源与产业,2007,9(6):36-42.
- [10] 蓝盛芳,钦佩,陆宏芳. 生态经济系统能值分析[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [11] 陈阜. 农业生态学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2002:260-261.
- [12] 周子英,杨君,段建南. 基于能值分析的长沙市农业生态经济系统演替分析[J]. 农业现代化研究,2011,32(4):465-469.