

从生态-产业共生关系考察农业可持续性

张红辉¹, 陈红^{1*}, 刘春芳² (1. 东北林业大学经济管理学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 东北林业大学理学院, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 在我国, 资源危机、生态环境危机已成为制约农业可持续性的主要因素, 因此需要基于农业生态与产业系统的共生关系视角研究农业可持续性问题。该研究界定了基于农业生态-产业共生关系的农业可持续性的内涵, 构建了农业生态-产业复合系统动态共生模型, 创新性地运用该模型中农业生态-产业的竞争系数的关系来评价农业的可持续性。

关键词 农业可持续性; 共生关系; 生态-产业系统; 评价

中图分类号 S-9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)28-09978-03

Assessment of Agricultural Sustainability Based on the Ecology-Industry Symbiosis

ZHANG Hong-hui¹, CHEN Hong^{1*}, LIU Chun-fang² (1. College of Economics and Management, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040; 2. College of Science, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Key words In China, resources crisis and ecological environment crisis have become the main factors that restrict the agricultural sustainability; therefore we need to study agricultural sustainability based on the symbiotic relationship between ecological system and industry system for the perspective. We build a dynamic symbiotic model of ecology-industry complex system on the basis of defining the connotation of agricultural sustainability based on the symbiotic relationship between ecological system and industry system, using the competition coefficient to evaluate the sustainability of agriculture.

Key words Agricultural sustainability; Symbiosis; Ecology-industry system; Assessment

可持续性(Sustainability)一词在经济学中已得到了广泛应用。农业作为与资源、环境关系最为密切的产业, 其可持续性的研究更是得到了国际社会的普遍关注。环境是农业的一项重要资本^[1], 农业可持续是环境可持续不可或缺的一部分^[2]。农业可持续性是在给定土地上作物产量随着时间而产生的一种非负的增长趋势, 具有环境重要性、食物充足性与社会公平性 3 重属性, 而生态可持续性、经济可持续性和社会可持续性则是农业可持续性的 3 个目标^[3]。在我国由于轻生态、重产业的错误认识, 只考虑了生态系统为人类提供生态产品和生态服务的作用, 而没有同时考虑人类经济活动对生态系统构成威胁的反向作用, 导致农业资源危机、生态危机严重, 铸成了环境恶化的不可逆后果, 环境恶化又制约了农业的发展, 这使我国农业发展在取得巨大成就的同时也付出了惨重的代价, 可持续性问题突出^[4]。实际上, 在农业系统中, 农业生态系统与农业产业系统具有统一性, 因为农业生态系统不但产生生态效益也具有经济效益, 农业产业系统不但具有经济效益也会产生生态效益。农业生态环境的恶化主要来自于人类的农业产业活动, 为了有效解决已有问题, 笔者从生态与产业系统的共生关系研究农业的可持续性。把农业系统看作是农业生态系统和农业产业系统的有机整体, 称为农业生态-产业复合系统, 并从该复合系统中生态与产业的共生机理去考察农业的可持续性。

1 共生理论的应用——农业生态-产业的共生关系

共生(Symbiosis)是生物科学中的一个重要的基本概念。“共生是不同生物密切生活在一起(Living together)”^[5]。目前, 生物学中研究种间关系的学说, 都要用到共生概念。作

为一种视野独特、方法简明地描述生物种间关系的方法论, 共生方法在其他领域很快得到应用, 如在哲学层面、技术应用层面及社会科学领域。根据共生理论, 共生关系是指共生单元相互作用的方式或相结合的形式。它既反映共生单元之间作用的方式, 也反映作用的强度; 既反映共生单元之间的物质信息交流关系, 也反映共生单元之间的能量互换关系^[6]。产业是人类经济活动的产物, 产业发展在推动社会经济水平持续提升的同时, 也不断影响着自然生态, 二者间存在着持续的相互作用、相互影响、相互促进和相互制约, 形成典型的共生关系^[7]。产业与生态构成了一个共生体, 一方面, 产业的投入最终来自于自然, 没有自然资源, 产业便失去了生存的基础; 另一方面, 各种产业活动从各个方面干预了自然运转的原有秩序, 打破了原有的自然平衡, 因此要保持产业与自然生态间共生关系的稳定, 实现产业与生态的共生进化和发展^[7]。

在此笔者不研究农业系统和它的环境系统之间的相互作用关系, 只研究农业系统内部的资源、环境、生态、社会、经济子系统之间的关系。为了对核心问题进行深入分析, 将农业系统划分为 3 个相互联系的子系统: 农业产业子系统(反映社会、经济对农产品需求状况)、农业生态子系统(反映农业生态系统的健康与活力, 即环境承载力)和农业资源子系统(它为农业产业的发展提供必要的原料, 同时为生态子系统的生态服务功能提供必要的保障, 反映了产业和生态子系统的增长容量、发展空间和约束条件, 为产业和生态的共生提供基础)。

农业系统中, 产业子系统和生态子系统都依赖于土地、水等自然资源。因此 2 个子系统具有资源竞争性, 一个系统的发展会影响另一个系统的发展空间。同时也具有合作性, 2 个系统之间的良性关系会相互促进对方的发展。因此农业生态和农业产业构成了典型的共生系统, 它们之间的关系可以分为竞争与合作 2 大类, 将其具体划分为互惠共生、偏利

基金项目 黑龙江省软科学项目(GC13D409); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2572014BB19, 2013BCQ02)。

作者简介 张红辉(1978-), 女, 黑龙江哈尔滨人, 讲师, 博士, 从事区域农业与农业可持续发展研究。* 通讯作者, 教授, 博士生导师, 从事农业循环经济研究。

收稿日期 2014-08-25

共生、不协调、偏害和竞争 5 种关系,其中互惠共生关系又分为对称性互惠共生和非对称性互惠共生(前者指农业的产业系统与生态系统在相互促进的过程中,二者获利大小相等,后者指一方得利较大,一方得利较小)。偏利共生关系分为产业偏利和生态偏利(前者指产业获利而生态不受任何影响;后者指生态获利而产业不受任何影响)。不协调关系分为 2 种:有利于产业不利于生态;有利于生态不利于产业。偏害关系分为产业偏害和生态偏害 2 种:产业偏害是指不利于产业而对生态无影响;生态偏害是指不利于生态而对产业无影响。

2 生态-产业共生的农业可持续性内涵构成

根据共生理论,共生系统的优化方向应该是向对称互惠共生进化。任何无效和不稳定的系统一定违背了对称性互惠共生法则,非对称和非互惠共生是系统相变的根本动力所在,也是系统低效率和不稳定的根源所在^[6]。据此该研究判定农业生态-产业复合系统中只有生态与产业属对称性互惠共生关系,该系统才是有效而稳定的,农业发展才是可持续的,其他关系情况下农业发展都是不可持续的。因此基于生态产业共生关系的农业可持续性的内涵包含以下几方面:第一,农业生态可持续,是指农业生态系统自身的健康性;第二,农业产业生态可持续,是从农业产业系统的角度看农业生态系统的可持续性对农业产业系统的威胁或保障的持续程度;第三,农业生态-产业共生关系可持续,是指农业生态系统与农业产业系统相互作用关系的持续性,若两者是良性互动关系则是可持续的,若是恶性循环关系则是不可持续的。

根据以上分析,该研究提出的农业可持续性是从农业生态-产业复合系统的角度,以农业生态-产业共生关系的视角出发来判断农业可持续性的整体水平。其内涵构成见图 1。

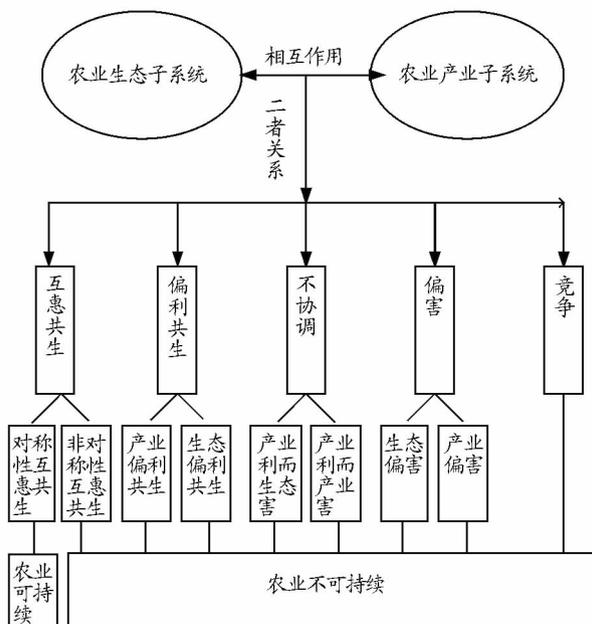


图 1 基于生态-产业共生关系的农业可持续的内涵构成

3 农业生态-产业系统的动态共生模型的构建

3.1 构建原理 上述分析表明,农业系统的生态子系统与产业子系统之间的竞争与合作关系与生态学意义上的种群间的竞争与合作关系,从理论机理上相似。基于生态学理论,当两种竞争性的种群同时存在时,各自的种群数量增长就会因对方的存在而受到抑制,并且将按照 Lotka - Volterra 模型描述的方式增长^[8]。假定农业产业子系统和农业生态子系统是完全独立分离的,二者的竞争合作关系可以利用 Lotka - Volterra 模型进行描述。

3.2 共生模型的构建 研究农业子系统在农业系统中的发展问题,考虑子系统的发展只受资源承载能力的影响。故对 Lotka - Volterra 模型参数进行修改,构建描述农业产业子系统和生态子系统共生关系的生态-产业复合系统动态模型:

$$\begin{cases} \frac{dI_A}{dt} = r_1 I_A \left(1 - \frac{I_A}{N_1} - q_1 \frac{E_A}{N_2}\right) = r_1 I_A \frac{pR - I_A - q_1 E_A}{pN} \\ \frac{dE_A}{dt} = r_2 E_A \left(1 - \frac{E_A}{N_2} - q_2 \frac{I_A}{N_1}\right) = r_2 E_A \frac{qR - E_A - q_2 I_A}{qN} \end{cases} \quad (1)$$

式中, I_A 、 E_A 分别表示区域内农业产业子系统、农业生态子系统的发展水平; R 表示资源子系统的发展水平; N_1 、 N_2 表示农业产业子系统、农业生态子系统的资源环境容纳量; r_1 、 r_2 表示农业产业子系统、农业生态子系统的增长率; p 、 q 分别表示资源子系统发展水平与产业子系统环境容纳量、与生态子系统环境容纳量的转换系数; q_1 表示农业生态子系统对农业产业子系统的竞争系数; q_2 表示农业产业子系统对农业生态子系统的竞争系数;竞争系数为正,表明一个系统的发展对另一系统的发展是有害的;竞争系数为负,表示一个系统的发展对另一系统的发展是有利的;竞争系数为 0 则表示无影响。

3.3 基于生态-产业共生关系性质的农业可持续性判断 假设模型中各参数符合动态系统模型的系统稳定性条件,每一个测度年区间内,测度区域的农业系统都达到了局部稳定状态。可以利用微分方程知识和稳定性理论求解系统稳态解的过程求出竞争系数 q_1 、 q_2 。即系统达到稳定状态时的必要条件为: $\frac{dI_A}{dt} = 0$, $\frac{dE_A}{dt} = 0$,得到:

$$q_1 = \frac{pR - I_A}{E_A} \quad (2)$$

$$q_2 = \frac{qR - E_A}{I_A} \quad (3)$$

式中, R 、 I_A 、 E_A 分别用评价年(用 n 表示年份)的经过无量纲化的评价指标值 $R(n)$ 、 $I_A(n)$ 、 $E_A(n)$ 来处理,变量中的转换系数 p 、 q 忽略。则可以进一步整理为:

$$q_1(n) = \frac{R(n) - I_A(n)}{E_A(n)} \quad (4)$$

$$q_2(n) = \frac{R(n) - E_A(n)}{I_A(n)} \quad (5)$$

竞争系数取值范围不同(不同时为 0),代表生态与产业系统关系不同,且竞争系数数值越小,生态与产业关系越好。

该研究定义农业生态与产业系统的共生关系的优劣顺序从优到劣依次为互惠共生、偏利共生、下协调、偏害、竞争,而且对称性互惠共生优于非对称性互惠共生。根据上文分析可知,对称性互惠共生关系的农业发展是可持续的,其他关系均为不可持续(表1)。

表1 基于生态-产业共生关系性质的农业可持续性判断

竞争系数取值范围	判断理由	共生关系判断	农业可持续性
$q_1 < 0, q_2 < 0, \text{且 } q_1 = q_2 (-, -)$	任一方的发展都会增加另一方的发展空间,双方得利相同	对称性互惠共生关系	可持续
$q_1 < 0, q_2 < 0, \text{且 } q_1 \neq q_2 (-, -)$	任一方的发展都会增加另一方的发展空间,双方得利不同	非对称性互惠共生关系	不可持续
$q_1 < 0, q_2 = 0 (-, 0)$	生态的发展增加了产业的发展空间,而产业的发展对生态的发展空间没有影响	产业偏利共生关系	不可持续
$q_1 = 0, q_2 < 0 (0, -)$	产业的发展增加了生态的发展空间,而生态的发展对产业的发展空间没有影响	生态偏利共生关系	不可持续
$q_1 > 0, q_2 < 0 (+, -)$	生态的发展减少了产业的发展空间,而产业的发展增加了生态的发展空间	生态利而产业害的不协调关系	不可持续
$q_1 < 0, q_2 > 0 (-, +)$	生态的发展增加了产业的发展空间,而产业发展减少了生态的发展空间	产业利而生态害的不协调关系	不可持续
$q_1 > 0, q_2 = 0 (+, 0)$	生态的发展减少了产业的发展空间,而产业的发展对生态的发展空间没有影响	产业偏害关系	不可持续
$q_1 = 0, q_2 > 0 (0, +)$	生态的发展对产业的发展空间没有影响,而产业的发展减少了生态的发展空间	生态偏害关系	不可持续
$q_1 > 0, q_2 > 0 (+, +)$	任一方发展都会减少另一方的发展空间	竞争关系	不可持续

(上接第9977页)

3.3 推广轻简化栽培技术 针对宣城劳动力成本较高的特点,筛选出适宜的省力化栽培新品种,推广“一”字形、“H”形修剪技术,研究节水灌溉、水肥一体化、喷药机械化、化学整形等配套措施^[2],并结合宣城市实际情况,制定出一套符合本地生产需要、易学易操作的葡萄轻简化栽培技术方案,面向果农进行推广,以提高工效。

3.4 推广避雨栽培技术 避雨栽培技术不仅可以使宣城发展品质优良的欧亚种葡萄,更主要的是可以解决葡萄新梢生长、开花坐果、果实膨大及转色成熟等时期所遭遇的春雨绵绵、夏雨集中等天气现象对葡萄生产产生不利影响的问题;减轻黑痘病、霜霉病、灰霉病、炭疽病、白腐病等病菌孢子的传播危害^[3];减少喷药次数,减轻农药污染,改善品质、提高座果率、减轻裂果,为生产优质安全葡萄创造条件,提高经济效益。避雨栽培还可以解决因降雨延误农时的问题。

4 结论

该研究以农业生态-产业系统的共生关系为新视角来研究农业可持续性。具体来说,笔者认为农业系统由农业资源、生态、产业3个相互联系的子系统构成。农业生态和农业产业构成了典型的共生系统,若二者是良性互动的对称性互惠共生关系,则农业发展是可持续的,若是其他关系(非对称性互惠共生、偏利共生、不协调、偏害或竞争),则是不可持续的。对生态学中描述两种群关系的 Lotka-Volterra 模型进行改进,构建农业生态-产业复合系统动态共生模型,运用该模型中竞争系数的取值范围判断农业生态子系统与产业子系统的共生关系,进而判定农业的可持续性。

参考文献

- PRETTY J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence [J]. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B*, 2008, 363: 447-465.
- PRATIP KUMAR DATTA. Agricultural sustainability and economic development: A cross-country analysis [J]. *Merit Research Journal of Agricultural Science and Soil Sciences*, 2014, 2(1): 7-23.
- 李周,于法稳. 西部地区农业可持续性评价 [J]. *中国农村经济*, 2006(10): 12-19.
- 谢美娥,谷树忠. 新时期中国农业可持续发展的目标定位与基本思路 [J]. *中国农业资源与区划*, 2013(6): 18-26.
- 何自力,徐学军. 生物共生学说的发展与在其他领域的应用研究综述 [J]. *企业家天地*, 2006(11): 132-135.
- 袁纯清. 共生理论及其对小型经济的应用研究(上) [J]. *改革*, 1998(2): 100-104.
- 张智光. 绿色共生型供应链模式 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- 高长元,杜鹏. 基于 Lotka-Volterra 的高技术虚拟产业集群成员间合作与竞争模型 [J]. *科技进步与对策*, 2009(23): 72-75.

3.5 科学使用农药、化肥与生长调节剂 遵守“预防为主,综合防治”的方针,科学合理使用农业、生物防治方法,减少化学农药使用量^[4-5]。严格控制化肥投入,加大有机肥、生物肥料的使用比例,均衡满足葡萄生长发育需要,提高肥料利用率。按品种特性决定植物生长调节剂的使用次数和浓度,能不用的坚决不用,保障果品质量安全。

参考文献

- 杨建家. 福建省葡萄产业发展现状与对策探讨 [J]. *现代园艺*, 2013(1): 18-19.
- 芮东明,刘亚柏,刘吉祥,等. 句容市葡萄产业现状及葡萄栽培技术特点 [J]. *江苏农业科学*, 2013, 41(4): 136-138.
- 奚治龙. 南京市江宁区鲜食葡萄设施栽培现状及发展对策 [J]. *现代农业科技*, 2011(13): 239-240.
- 康木弟. 南平市葡萄发展现状、问题及对策 [J]. *南方园艺*, 2012, 23(2): 13-15.
- 芮东明,刘照亭,刘伟忠,等. 镇江市葡萄产业现状及发展对策 [J]. *江苏农业科学*, 2012, 40(11): 166-167.