

生态农业系统分析

杨新荣

摘要: 生态农业系统作为一种人工生态系统,具有生态系统的特征、结构与功能,其自身的发展必须遵循生态学 and 生态经济学的基本规律。因此,在实践中必须科学地运用这些规律对生态农业系统进行分析 and 诊断。

关键词: 生态农业系统;生物多样性;物质流

中图分类号: F30 **文献标识码:** A

文章编号: 1001-490X(2010)5-009-03

作者: 湖南理工学院经济与管理学院教授;湖南,长沙,414000

基金项目: 国家社科基金重大项目,主持人:乌东峰:《资源节约型、环境友好型农业生产体系研究》(08&ZD029)阶段性成果;湖南省哲学社会科学基金项目(08yBA110)

生态农业系统分析主要是从生态系统和生态经济学角度,对特定的生态农业系统进行分析,通过对生态农业系统进行分析 and 诊断,能有效预测一个区域内生态农业发展的利弊,从而获得理想的生态、经济和社会效益。

一 生态农业系统的环境与经济分析

生态农业系统分析的基础和前提是对区域内生态经济状况进行调查与分析,主要是通过调查研究,分析该地区的自然环境与资源禀赋,社会经济状况,寻求区域内经济发展的优劣条件,从而确定生态农业发展的切入点和突破口。

(一)生态环境与资源条件的优劣分析。生态农业系统分析要求在掌握地区类型特征的基础上,对土壤类型和肥力,林、草、水面分布及面积,荒山、荒滩、荒地、湿地及可开发的潜力,动植物种群及生长发育状况,各种自然资源的危害状况,土壤沙碱化及水土流失污染状况等进行全面系统分析。其中生态环境与资源优势分析主要是综合分析光、热、降水、土、气、生物、矿产及其时空分布;综合匹配光、热、降水与生物生长的同步协调,科学制定水土、人口等自然资源和自然环境的可承载能力。生态环境与资源劣势分析主要包括:区域内可能出现的自然灾害,频繁使用化肥农药等造成的污染导致的生物多样性减少及对农田、水体生态系统的影响;城乡工业“三废”污染对农村生态环境的影响。并对影响生态环境的时间空间分布状况进行具体分析,从而,找出影响生态环境与资源的主要障碍因子。

(二)经济与社会状况的分析。生态农业系统分析也要求结合一个区域内的经济与社会状况进行综合分析。一个区域内的经济与社会状况分析取决于人口与劳动力资源、产业分布、生产发展水平、人均收入水平、积累与消费水平、固定资产

投资、产业与产品结构、能源利用及结构、农田水利基本建设状况、农药化肥的有效利用等因素。主要包括以下项目:生产结构的调查与分析主要是:农、工、商、运输、服务业结构分析、粮食作物、经济作物及饲料作物生产结构及时空分布,农业内部农、林、牧、副、渔结构。综合生产力水平分析主要是:生产力水平总量(总产值、总产品、总收入)分析、生产力水平平均量(人均产值、人均产量)分析、土地产出率水平分析、劳动生产力水平分析等。综合投入水平分析主要是:农业科技投入农田基本建设及大型农业设施及装备投入、农药、化肥等生产性投入等。社会需求状况分析主要是:人口资源及消费水平、社会零售商品需求分析、居民购买力水平分析等。人民生活水平及改善状况分析主要是:人均收入水平、人均消费水平、居民生活条件改善状况(入学、就医、人均拥有高档消费品状况)等。

(三)本区域生态农业发展的制约因素及综合开发潜力分析。在对当地经济社会和生态可持续发展的各种因素及相互关系综合分析的基础上,根据自然、区划、生态、人口、经济、社会等相关资料,通过定性 with 定量相结合的生态系统诊断,找出当地生态农业建设的资源优势、有利条件和限制条件。通过农业可持续发展的逻辑框架逆向分析图进行分析:(如下图)

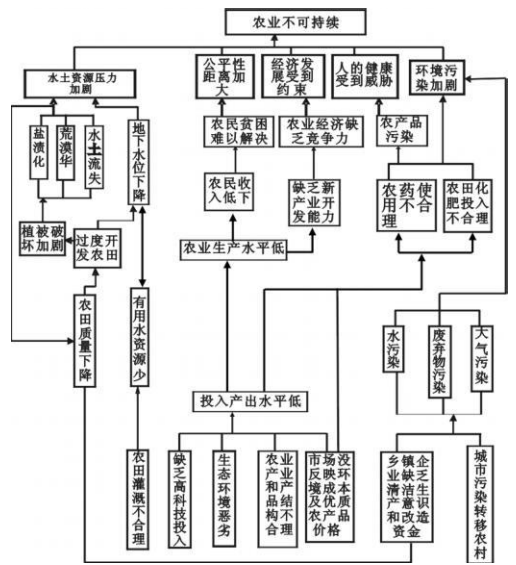


图 1 我国农业可持续发展的逻辑架的逆向分析

根据制约当地经济、社会、生态可持续发展的相关因素的重要性进行排序,确定这些因素在生态农业发展中的地位 and 作用,找出影响生态经济系统结构优化的关键因素,从属因素;充分利用生态农业发展的有利条件,认真分析其限制条件的不利

影响,围绕生态农业建设的主攻方向和相应目标,提出适应经济发展和生态农业建设的产业原则和对策。

二 生态农业系统的生物多样性分析

(一)生态系统的结构多样性分析。生态系统的分层性和空间异质性的结构特征决定了物种营养层次间的功能关系在很大程度上影响物种多样性。如食草动物和捕食动物种群多样性容易受到放牧和捕食强度的影响。哈帕(Haper)的报道显示:在禾草群落中如果将兔子放养作为一种固定压力因子,则会导致草本植物的数量增加。其主要原因是因为生长高的植物在经常性啃食的压力下,使留存的植株形体变小,进而加快了单位面积上更多的个体物种的出现。这说明:在物种演变交替过程中,生物量增加时潜在生态位的增加决定了物种多样性的增加。

(二)生态农业系统的生化多样性分析。生化多样性不仅表现为生物量中有机化合物的多样性,而且在群落代谢过程中,向环境中分泌或排出的产物会呈现多样性。生物间不仅依托自身的捕食、寄生、共生关系表现出系统的生化多样性,而且还通过起媒介作用的次生物质产生一些由其自身合成的化学物质而相互影响。如在一般情况下人们会觉得种植于黑胡桃树下的植株会逐渐枯萎死亡,但超出一定范围这些植物却又能存活下来。通过上世纪50年代的实验人们发现胡桃树枝有一种叫做糖苷的分泌物能杀死胡桃树冠下的植物。其作用在于这种分泌物以无毒的糖苷结合形式存在于组织中,当其进入土壤后即被水解和氧化生成一种叫胡桃醌的次生物质(毒素)能杀死植物。这种次生物质和基本代谢物如蛋白质、核酸、脂质及碳水化合物等同时存在于生物体中。但其作用不同,基本代谢对生物的生长、发育、繁殖等不可缺失,其代谢途径在各个物种中也大体相同。而次生物质的代谢则各有差异,表现出该生物的化学个性。目前结构比较明确的次生物质约3万左右,尚未探明的远多于此数目。

(三)生态农业系统物种多样性与稳定性分析。物种多样性是物种丰富性(一个群落或一定面积上种数的多少)与物种均匀性(不同物种之间所含个体数量的分布情况)的有机结合。物种数量相同的两个群落,均匀性高的群落的物种多样性高。多样性的增加,使食物网上具有丰富功能的有机体增加,其自动调节功能也增大。一般研究认为,多样性高的生态系统,其含有的生物种类多,当环境条件改变时经历的种群波动也较小。由于具有平衡功能的物种较多,使得整个群落自动调节平衡的机制也较强。这种多样性与稳定性的关系可以通过食物网的复杂性得到验证。如果在一个生态系统中,某一食肉动物受到同一生态系统中8个捕食者的控制;而另一食肉动物仅受到一种捕食者控制。前者说明,当食肉动物的任一种捕食者效率的降低,都会从其他7个捕食者那里得到补偿;而后者说明,捕食者的减少意味着食肉动物种群的指数增长,直到其他限制因子发挥作用并引起生态系统衰退。可以说,食物网越复杂,生态系统越稳定。在生态农业系统中,由于生物种类的单一性,往往危害作物或树木的害虫较多且缺乏天敌控制,造成害虫爆增,作物遭受大面积病虫害。因此作物单一的农业生态系统是缺乏稳定性的系统。为了稳定和增加产量,人们只好借助于施用农药来制服害虫。本来,生态系统中庄稼——害虫——天敌是一种食物链的平衡制约关

系。但施用农药后,不仅杀死了害虫,而且也杀死了害虫的天敌,甚至对天敌的危害更大。因此,对农作物采用间作、混种、轮作等方式的人工生态系统设计,可以有效地增加物种多样性,引进天敌开展综合生物防治,以维护生态系统的稳定性。如我国云南农业大学的学者朱有勇等在2000年的一项发现表明:按一定行数比间作糯稻和杂交稻(如1:6)。其基本原理是由于糯稻的茎干高,对易感稻瘟病的杂交稻的稻瘟病孢子进行有效抑制,加之糯稻分蘖少,间作能有效增加杂交稻光照及空气流动,大大降低稻田冠层的郁闷度和湿度。这些都大大抑制了稻瘟病的生长,这一方法已在全国部分地区得以推广。

三 生态农业系统的物质流分析

对生态农业系统的几种重要的营养物质流动进行分析,对确保农产品的质量和生态系统良性循环,提高生态农业效益,促进农业生产力稳步提高具有重要意义。

(一)生态农业系统的碳流动分析。在农业生态系统中的绿色植物,碳元素是基本的构成要素,大气中的 CO_2 在光合作用下,其中的碳转化为碳水化合物,被植物体所吸收,一部分进入土壤成为有机质的碳,另一部分随植物体被直接燃烧。从农田中收获的植物一部分碳随农产品输出到系统外,另一部分被作为“残渣”返回农田,或经过微生物分解后剩余部分被返回农田,成为农田有机质中的碳。农田土壤有机质被微生物分解后,土壤有机质中的碳被分解为 CO_2 ,重新回到大气中。(如下图)

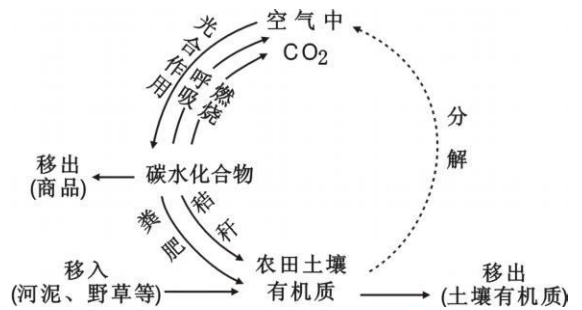


图2 农业生态中的碳循环示意图

①农业生产形成的有机碳分析。农业生产中,往往人们选择一种碳循环最短的路径作为一种生产手段,在生产所形成的产品中,人们往往把一部分秸秆(如稻草)等副产品直接烧毁在农田中,也可能在收获后作为燃料而烧掉。其结果,物质的燃烧,导致有机碳迅速分解为无机碳。这是一条生物质碳循环从有机变为无机的最短路径。这一路径的弊端在于生物活动的系统从活动一开始就被中断了,从而使系统功能大大降低乃至完全消失。在实践中,为使计算简便,要分析一个生态农业系统其被燃烧分解的有机碳量占初级生产形成的有机碳之比,往往粗略地采用被燃烧的生物质(干量)占初级生产形成的生物量总量(干重)之比来代替。显然这一比值越低,说明该系统自身功能越高。②农田土壤的有机碳分析。由于农田土壤有机碳含量是土壤肥力的重要标志,农业中十分重视土壤有机碳的分析。农田土壤有机碳的变化一方面会随土壤所获得的生物质(作物根系、秸秆及有机化肥等)的量而积累;另一方面也会随农田水热条件制约的微生物分解而分解。对

于农田水热条件人们往往难以作出大的改变,但可使土壤获得更多的生物质而增加其有机碳的含量,从而达到一个较高水平有机碳含量下的积累和分解平衡。在一个生态农业系统中,要测算农田单位面积土壤每年能获得的有机碳量,可通过测算作物收获后遗留在农田中的有机碳量加上有机肥返回农田的有机碳量。也可以粗略地测算遗留在农田中的生物质量(干重)加上作为有机肥回田生物质量(干重)而获得。在实践中,我们一般将有机碳或生物质加入到农田土壤中的数量高低作为保持农田土壤有机质的显性指标,如果地区的自然条件相同,则这一指标越高,农田有机质的保持状况越好。为此,应将更多的被吸收的生物质,经过在系统内的加工转化,使其生物质“残渣”更多地返回农田;或是通过提高农作物单位面积的产量,使加入到农田的有机物质质量随之增高。

(二)生态农业系统的氮流动分析。氮作为作物生长必需的营养物质,也是多种有机体所含蛋白质和核酸的主要成分。大气中的氮必须经过固氮过程,即必须经过一定的变化而形成含氮的化合物(如 NH_4^+ 等),才能被植物吸收和利用。因氮往往经过生物途经和物理化学途经(空中放电固氮和工业化生产中实现固氮)。在通常情况下,土壤中自生固氮菌固定的氮量约 $7.5\text{Kg}/\text{hm}^2$,农田中随降水带入的电离放电固氮量约 $7.5\text{Kg}/\text{hm}^2$,一年生豆科作物固氮量从每公顷几十公斤到百公斤以上。土壤中的固定氮素一部分供植物生长被其吸收,一部分被淋溶损失,还有一部分经过反硝化作用,以游离态氮的形式返回到大气中。植物体吸收的氮素,一部分呈有机态随植物残体返回土壤中,大部分成为被带离农田的有机氮会在收获的作物中。被收获的作物中的有机氮,一部分通过作物秸秆的燃烧以游离态的状况返回大气中,一部分随产品输出到系统外,还有相当一部分通过人畜食用作物而被人体吸收。然后经过微生物分解,使其一部分作为人畜粪便和有机体“残渣”返回到农田中,还有一部分有机氮分解为 N^2 返回大气中。这样,保留在农田土壤中的有机氮和经食物链返回农田中的有机氮,除一部分经微生物分解为 N^2 返回大气中,相当大部分再经土壤微生物分解矿化重新被植物吸收和利用。(如下图)

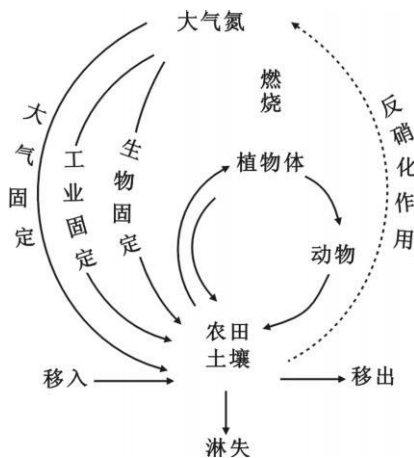


图3 农业生态系统中的氮循环示意图

(三)生态农业系统的磷和钾流动分析。磷和钾也是植物生长所需要的营养成份,主要通过岩石风化释放、人工施肥、废弃物和有机物燃烧的灰粉等途径获得,对于一个特定的生态农业系统来说,磷和钾在农业生态系统循环中主要侧重在磷和钾的流失量分析和磷钾的供求均衡分析。①土壤中磷和钾的供求均衡分析。农田中磷和钾的供求均衡分析对作物的正常生长非常重要。在通常情况下,农田土壤中磷钾的供给主要通过施入的磷钾肥和以有机肥及草木灰形式返回农田的磷钾量来保持的,而磷钾的需求则主要以被农作物吸收后随农作物收获和被侵蚀的土壤带走。在土壤中,如果磷钾供不应求,则会成为农作物生长的重要障碍,致使作物减产或颗粒不饱满或质量下降。当供求基本均衡时,土壤供给作物磷钾的能力由于土壤中磷钾库的贮量平衡也保持基本稳定,但随着作物种类改变和品种改变,这种低水平的均衡必定被打破。这时,必然要求增加对磷钾的需求量。往往通过增施磷钾肥,促使土壤中磷钾的供给大于需求,增加土壤磷钾库的贮量,从而提高为作物提供磷钾的能力,促进农田单位面积产量提高。②农田土壤中磷钾流失量分析。在一个生态农业系统中,弄清磷钾的流失途经,就能采取有效的措施防止和补充。一般来说,系统磷钾的流失主要侧重在三个途径:一是随农产品收获后被输出到系统外从土壤中带走的磷和钾;二是在系统内经过加工、养殖、堆腐等多环节收获作物时生物量中磷钾在各环节的流失;三是农田土壤被侵蚀后随之带走的磷和钾。为了估量磷钾流失量,可根据农产品输出量、生物流失量、土壤流失量三者之和的磷钾流失量折算为单位面积的农田磷钾流失量。再采取针对性的措施加以防范,主要包括:采取增加森林和绿地覆盖等防止水土流失的措施抑制因土壤侵蚀造成的磷钾流失;采取改进农产品的输出结构,尽量减少原粮输出的措施防止系统农产品输出造成的磷钾流失;采取对原粮加工和将粮食用于饲料而输出畜产品等措施,尽可能减少磷钾流失。

参考文献:

- [1] 蓝盛芳、钦佩:《生态系统的能值分析》,《应用生态学报》2001年第12期,第1页。
- [2] 闻大中:《再论农业生态系统能流的研究方法》,《农村生态环境》1987年第3期,第1页。
- [3] 姚兆余:《中国农耕文化的优良传统及其现代价值》,《甘肃社会科学》2008年第6期。
- [4] 郭建民:《西北地区农业生态力恢复的对策》,《统计与决策》2006年第18期。
- [5] 仰和芝:《试论农村文化生态系统》,《江西社会科学》2009年第9期。
- [6] Youyong Zhu Hainu Chen et al Genetic diversity and disease control in rice Nature 406(17) August 2000.
- [7] Gliessan S. R. Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture, law publishers 2000
- [8] Li wenhua Agro - Ecological Farming systems in China UNESCO paris and The parthenon publish Group 2001

(责任编辑:余小平)