

论农业生态系统的功能整合效应

程治山

(天津农学院 天津 300381)

摘要 本文分析了功能整合效应与农业生态系统总体功能的关系,论述了功能整合性是农业生态系统的必备特征,它的提高是农业发展进步的内在动因。进而说明农业生态系统总体功能的提高主要取决于系统功能整合效应的增强,而系统功能整合效应的提高要靠系统结构的优化来实现,功能整合效应是关系到农业生态系统结构优劣和总体功能高低的重要衡量指标。

关键词 农业生态系统 总体功能 结构 功能整合性

1 功能整合性是农业生态系统的必备特征

依据系统论的观点,功能整合效应是系统的一个极为重要的特征。所谓功能整合效应指的是:对系统而言,其整体功能是一种集体效应,既包含各组分的功能,又包含各组分之间交互作用产生的新功能,因此,对于非衰退型的系统,其整体功能大于组分功能的代数和。它是以系统结构的有序性为基础的,可用下式来表示:

$$W > \sum_{i=1}^n P_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

其中 W 代表整体功能, P_i 表示第 i 个组分的功能^[1]。从系统的这一特性看,系统的总功能由两部分构成,即组分功能和组联功能,用下式表示:

$$W = \sum_{i=1}^n P_i + R$$

其中 R 表示组联功能,它是由系统组分之间相互作用而产生的。系统功能整合效应实质上是由于组联功能的产生而表现出来的; $\sum_{i=1}^n P_i$ 表示组分功能之和。

从从属关系来看,农业生态系统属于生态系统的的一个分支,而生态系统又是系统的一个特殊类型。因此,农业生态系统应该具备一般系统所具有的特征,即结构的有序性、运行的整体性和功能的整合性。以往人们衡量农业(生态系统)的效益习惯以粮食产量或产值、畜禽产品产量或产值等来评判,而不是以系统的整体性观点来考察其功能特征,这势必会造成在对农业进行决策和调控时只注重组分功能而忽视系统整体功能尤其是其中的整合效应,从而使决策缺乏整体性和系统性,往往导致顾此失彼。

农业生态系统作为以人工调控为主的在自然规律和社会经济规律共同制约下的系统,它的总体特征必然也必须要体现出结构的有序性、运行的整体性和功能的整合性。我们调控农业生态系统就是要通过其结构有序性的建立和运行整体性的形成而达到其功能整合效应提高的目的。生态农业的核心内容是运用生态工程的原理和方法调控农业生物

与农业环境、农业生物与农业生物之间的关系,并通过这种和谐关系的建立,在充分发挥组分功能的基础上,提高组联功能,进而使系统的功能整合效应增强并使系统总体功能提高。因此,功能整合效应的增强是建造和调控农业生态系统的出发点与归宿。

2 功能整合性的增强是农业(生态系统)发展进化的内在动因

农业生态系统是一个通过多组分交互作用而形成的特定功能整体。在这个功能整体中,各个组分除自身通过物质或能量的输入形成一定的物质或能量的输出外,它们之间还要通过一定的联系和作用方式形成一定的系统结构如物种结构、时空结构和营养结构,从而构成一个完整的系统。系统的功能是由系统的结构所决定的。提高农业生态系统的总体功能,一方面要通过提高或强化系统组分的功能来实现;另一更重要的方面是要通过利用和调整系统内组分之间的相互作用关系(如时空互补关系、营养衔接关系等)即提高功能整合效应来实现。由此可见,农业生态系统功能的优劣极大程度上是由系统中各组分之间的相互作用而产生的功能整合效应所决定的。农业发展的历史亦明显地证明了这一点。纵观农业发展的历程,每个新阶段的建立都是在人类对农业生物与环境、农业生物与农业生物之间关系的认识上产生飞跃并付诸实践的条件下产生的。而且,这种协调关系的确立,不仅决定着农业本身给人类带来的实惠,更决定着农业发展的持续与稳定。原始农业实际上是一种生存性农业,人们所具有的极粗浅的感性知识和极简单的劳动工具,只能以满足充饥为目的。行为方式主要是以直接采猎食物为生产特征,即使有种植或养殖业也是极其简单的,更谈不上物种间关系的利用和结构的组建。传统农业尤其在我国有着悠久的历史。人们通过实践摸索,不仅较清楚地认识到农业生物与环境以及农业生物与农业生物之间的各种关系,而且在生产中注重利用这些复杂关系,并通过“量天时、测地利”来构建农业生态系统实体,取得了巨大的总体效益,为农业生态系统的管理调控积累了宝贵的经验。从形式上看,西方的工业化农业(石油农业)由于大量工业辅助能的投入而带来较丰厚的农产品输出,也确实给人们带来了一些物质上的实惠。但由于它不注重利用农业生态系统的结构来组织生产^[2],在实施生产时,把系统中本来密不可分的组分如“农业生物—人—环境”在关系上割裂开来,在追求的目标上只侧重于考虑“社会—经济”的一面,而较少考虑“自然—环境”的一面,从而带来一系列诸如能源、环境等方面的危机,使之不能持续稳定的发展下去或推广开来。为此,人们才迫切地寻求一种“替代农业”的模式来消除这种副作用。尽管这一模式尚未在称谓和具体内容上一致起来(人们普遍称“生态农业”),但无论如何,它必定是一种很好地利用和协调各组分之间相互关系,从而较大幅度地提高和强化农业生态系统的整合效应,进而达到全系统经济效益、社会效益、生态效益同步提高的一种农业模式。这一新模式的产生必将使农业步入一个新的发展阶段。

3 功能整合效应应成为衡量生态农业水平的关键指标

根据我国的实际情况,我国生态农业建设的内容应充分体现四个方面的特征,即提高太阳能转化效率,以形成巨大的初级生产力;提高生物能的转化利用效率和次级生产的能量转化水平;实行对可再生资源的永续利用,以维护生态平衡;具有比较稳定的环境自净能力,使农业生态系统成为既无“废弃物”又无污染的环境净化体系,这是一个庞大的生态

系统工程。为实现这个目标,必须采取各种调控手段,运用生态工程措施来组构农业生态系统的结构。这种结构的建立,必将在农业生态系统的功能上发挥作用并体现出来。而在农业生态系统的总体功能中,最能显示其结构质量的就是功能整合效应的高低。

3.1 提高太阳能的转化效率

人们一方面通过选育优良品种达到增产的目的(实际上,按系统的层次性特征,作物品种个体本身就是一个系统。优良品种的选育过程就是对原系统结构优化重组的过程,如基因重组等。这种结构的优化使新品种的功能在某些方面得到整合,形成某些优良性状);另一方面人们利用作物间不同生活型的时空互补关系安排种植结构,达到充分利用资源,提高单位时空产品输出的目的。如空间上的高矮秆、长短根系作物的间套作,时间上的复种等。这实际上是系统的功能在时空结构上被整合的极好佐证。如河北省沧州地区进行的金丝小枣与作物间作,此种耕作方式对农作区小环境中的不利因素如春寒、干旱、风灾等起了明显的缓解和抑制作用;其光能利用率比单纯种小麦从 0.9% 提高到 1.38%,亩产值提高 100 元以上^[2]。又如河南省扶沟县一些地区创造了粮、菜、瓜、豆一年“六种六收”间套作方式,取得了 1.05 亩人均耕地年产粮食 525 公斤和 1400 元的好效益^[2]。

3.2 提高生物能的转化利用效率和次级生产能量转化水平

除品种改良外(效应同 3.1),人们还通过揭示生物成员间的物质利用互补关系,构建种群和群落结构,使全系统的物质利用率和能量转化水平得以提高。如水产业方面的立体养殖、不同食性或营养级的种群建立在物质多级利用基础上的搭配和衔接等,就是系统总体功能在营养结构上被整合并得以较大提高的有效途径。如天津市北辰区双街乡在对荒地资源进行开发时,通过建立以基塘型果园为景观特征,以“果—渔—畜—禽”为生产主线的复合生态系统,组建起以营养物质多级利用为纽带的营养结构和物种结构,在系统总物质和能量输入水平不变的情况下,生物能的转化利用效率由 14.9% 提高到 23.0%;产品输出明显增多;经济效益提高 17.5%;其它指标也随之明显提高,成为津郊荒地开发的成功范例。又如黑龙江省帽儿山实验林场在对“森林—鱼塘”复合生态系统进行调控时,利用夜出性昆虫的趋光性,将其用灯光诱入鱼塘内,既防治了森林害虫,又为家养鱼类提供了优质的动物性饵料,合理地利用了生物资源,化害为利。据统计,采用此方法不仅可诱获 21 种森林害虫入塘为饵,同时,灯光的作用还增强了鱼的活动量,促进了鱼的生长代谢,使鱼的日增长率和日增重率显著提高,分别为对照的 2.04 倍和 5.78 倍,增产 25%^[3]。

3.3 利用增殖可再生资源 and 净化系统环境

人们通过揭示生物之间的正、负相互作用关系以及物种间的生态位互补关系,组建系统结构,以达到资源的用养结合、环境自净能力提高的目的,这是农业生态系统的总体功能在资源利用与自我调节方面被整合的重要途径。如中国科学院栾城农业生态系统试验站通过调整结构以改变原来单一粮食作物布局,建立农牧复合生态系统的“211”结构模式(即粮食作物:饲料作物:经济作物为 2:1:1),与奶牛饲养形成一个物质良性循环的生态农业实体,使得农田亚系统的氮、磷肥利用率分别达 56.8% 和 36.3%,整个复合系统的氮、磷回收率分别达 49.9% 和 37.6%,比单一种植业的利用效率提高了 10—20%,成为太行山前平原区资源节约型生态农业建设中的一种高效益示范模式^[4]。又如澳大利亚的畜牧业,在 60—70 年代出现“牛蝇泛滥成灾,牛的健康受损,干牛粪使草场生产受到影

响”的危机后,通过引入蜣螂,建立新的系统结构,不仅控制了牛蝇泛滥、净化了环境和保障了牛的健康,而且改善了土壤性状,使牧草产量增加82%。

4 结 语

生态农业本身就是人类利用农业生态系统中的生物与生物、生物与环境之间的相互关系构造系统结构,达到获取系统输出的。显然,无论从哪个角度来考虑,提高农业生态系统的总体功能或总体效益将是生态农业建设所追求的最终目的。从农业生态系统的特征来看,它是一个具有物种、时空和营养结构的开放系统,提高其总体功能,可通过对系统输入的调节,更重要的是要通过对系统结构的优化,使其功能得到整合,这是强化系统功能的先决条件。优化农业生态系统的结构,就是要通过利用其组分间的相互关系尤其是生态位互补关系来构造其新的物种、时空和营养结构。一旦这种结构被建立起来并付诸运行,它们将更易于分工合作,协同行动,使农业生态系统无论在时间、空间,还是在输入养分或能量的利用上都更加充分、合理和有效,而使系统的功能整合效应增强,最终使农业生态系统的总体功能得以提高。因此,功能整合效应的高、低、强、弱不仅关系到农业生态系统总体功能的高、低、优、劣,更是衡量农业生态系统调控水平的关键性指标。

参 考 文 献

- 1 骆世明等:《农业生态学》,长沙,湖南科技出版社,1987年
- 2 孙鸿良等:《生态农业的理论与方法》,济南,山东科技出版社,1993年
- 3 于 丹等:灯光诱虫在森林—鱼塘复合生态系统中的作用,《生态学杂志》,9(1)1990:7—10
- 4 曾江海等:农牧复合生态系统氮磷营养循环与提高养分利用率的研究,《生态农业研究》,1(4)1993:37—42
- 5 云正明:持续农业、替代农业、中国的生态农业,《生态农业研究》,1(4)1993:15—18
- 6 孙鸿良等:当前国际持续农业运动中我国生态农业发展前景,《生态农业研究》,1(1)1993:25—29
- 7 胡寿田等:《生态农业》,武汉,湖北科技出版社,1988年
- 8 程治山等:论区域生态农业规划的实施对策,《农业经济问题》,(7)1992:42—45

On the Conformable Functions of Agroecosystem

CHENG Zhi-shan

(Tianjin Agricultural College, Tianjin 300381)

Abstract The relationship between conformable functions and overall functions of agro-eco-system was analysed in this paper. It was pointed out that functional conformability is the essential character of an agroecosystem. The improvement of the overall functions of an agroecosystem depends on the improvement of its conformable functions which would be carried out by optimizing the system structure. Then conformable functions of an agro-eco-system can be taken as a key index for judging the performances of the structures and overall functions of the agroecosystem.

Key words Agroecosystem; Overall function; Structure; Function conformability