

# 自组织农业是我国农业发展的历史选择

## ——以稻鳢共作为例

周文宗, 李旭东, 李 劲

苏州善道农业科技有限公司, 苏州 常熟

Email: zhouwz001@163.com

收稿日期: 2020年11月19日; 录用日期: 2020年12月1日; 发布日期: 2020年12月8日

### 摘 要

自组织农业是充分发挥大自然智慧的一种高效生态农业模式。本文阐述了我国农业的现状和面临的严峻问题, 强调发展高效生态农业的重要性, 首次提出自组织农业模式, 探讨其内涵和本质, 并且以稻鳢共作模式为例, 系统阐明自组织农业的原理和运行机制。

### 关键词

自组织农业, 自组织理论, 生态农业, 稻鳢共作

# Self-Organizing Agriculture Is the Historical Choice of Agricultural Development in Our Country

## —Taking Rice-Ricefield Eel System as an Example

Wenzong Zhou, Xudong Li, Jing Li

Suzhou Shandao Agricultural Technology Co., Ltd., Changshu Suzhou

Email: zhouwz001@163.com

Received: Nov. 19<sup>th</sup>, 2020; accepted: Dec. 1<sup>st</sup>, 2020; published: Dec. 8<sup>th</sup>, 2020

### Abstract

Self-organizing agriculture is an efficient ecological agriculture model that fully displays the wisdom of nature. This paper expounds the present situation and the serious problems of our coun-

try's agriculture, emphasizes the importance of developing high efficiency ecological agriculture, puts forward the model of self-organizing agriculture for the first time, explores its connotation and essence, and systematically clarifies the principle and operation mechanism of self-organizing agriculture taking rice-ricefield eel system as an example.

## Keywords

Self-Organizing Agriculture, Self-Organizing Theory, Ecological Agriculture, Rice-Ricefield Eel System

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

我国的农业发展类型比较多,如数字农业、生态农业、功能农业、循环农业、有机农业、精准农业、中医农业等,但这些农业类型大多都缺乏定量的理论基础,很少考虑到大自然的智慧和自然调节力,很多农业类型存在一个重大误区,那就是认为农业必须通过某种“领导”和“计划”来把那些“死”的、“机械”的东西自上而下地组织起来,强调人为的去管理和改变,其实这恰恰扼杀了农业复杂系统的本性。本文首次提出自组织农业模式,探讨其内涵和本质,并且以稻鳝共作模式为例,系统阐明自组织农业的原理和运行机制,期望为我国农业发展提供一种新的视角。

## 2. 我国农业发展面临的问题

### 2.1. 我国农业的长期格局

当前我国仍然有六亿多农村人口,两亿多户耕种自家承包地的小农,种植大约 70%的耕地,其中耕地的 70%用于种植粮食作物,此外有大约 20%的农地因为农户全家进城而发生流转。据预计,2030 年,我国城镇化率即使达到一个很高的水平(可能接近 70%),农村常住人口 4 亿人,务农人口劳动力 1.5 亿,人均耕地亦不过 0.8 hm<sup>2</sup> [1]。

因此,在相当长的一段时间内,我国农业仍然是小农经济的汪洋大海,农业现代化不可能只是规模经营基础上的农业现代化,而必须是小农经营为主的现代化。在两亿多农业劳动力的国情下,我国农业将长期保持小农经营格局。

### 2.2. 我国农业面临的严峻挑战

从 2004 年至 2015 年,我国的粮食生产实现了“十二连增”,创造了中国乃至世界粮食史上的奇迹。但是,小农经营格局和农业工业化发展方式决定了我国农业不可避免地面临“两块天花板”、“一块地板”和“两道紧箍咒”的严峻挑战。

“两块天花板”分别是指国内主要农产品价格超过了进口价,继续提价遭遇了“天花板”,以及生产补贴因世贸规则所限而遇到的“天花板”。我国目前很多农业生产补贴在世贸组织规则中属于“黄箱”范围,有上限约束:按照入世时承诺,“黄箱”的综合支持量不可超过农业总产值的 8.5%,对特定农产品支持量不超过该农产品产值的 8.5%。但是,现在国家对小麦、玉米等主要农产品的生产补贴支持已接近承诺上限。

“一块地板”问题则是指农业生产的成本(特别是劳动成本)不断上升。“两道紧箍咒”是指资源和环境对我国农业发展的约束与制约更加明显。我国农业资源禀赋先天不足,人均耕地和淡水资源分别只有世界平均水平的 1/3 和 1/4;生态环境严重受损、承载能力越来越接近极限,资源开发利用强度过大、弦绷得越来越紧。特别是在温饱问题解决之后,人们对农产品多元化的需求和食品质量安全的要求越来越高。环境问题日益严重,以前污染的 70%是来自工业污染,现在 70%是来自农业污染(主要是化肥农药和畜禽粪污污染):我国化肥、农药的使用量世界第一,平均每公顷土地的化肥使用量 480 公斤,是世界平均水平 4.1 倍,利用率不及 30%;每年农药用量 32 万吨,制剂 100 多万吨,是世界平均水平 3 倍;每年 1.5 亿吨的农村生活垃圾,超过 3000 万吨的农村生活污水,地表水总体轻度污染,约 60%水质较差和极差等。我国耕地退化面积达 40%以上(东北黑土地变薄、南方土壤酸化、北方土壤盐碱化);耕地污染面积大,全国耕地重金属点位超标率达 19%以上(以上数据参见《2013 中国环境状况公报》和《2016 全国土壤污染状况调查公报》)。

随着城镇化的迅速发展,农村劳动力大量转移就业,务农劳动力的素质结构性下降,农业兼业化、农民老龄化、农村空心化的问题突出,全国有 3.7 亿农民在外打工,有 6000 万留守儿童在家思念父母,带来了夫妻两地分居、孩子教育缺失等许多社会问题。区域布局与资源禀赋条件不相匹配,北粮南运与南水北调并存;粮经饲结构不尽合理,一些农产品库存增加与部分农产品进口增加并存;种养业结合不够紧密,地力下降与养殖业粪便未能有效利用并存。因此,要解决上述矛盾和问题,必须以提高发展质量和效益为中心,加快转变农业发展方式和进行技术创新。

### 2.3. 我国农业发展的道路

世界农业现代化模式也不断发生新的变化,以适应不断增长的对高质量生态环境和食品的社会需要。其中,颇具代表性的是以亲劳动、亲乡土为特征,以获取有机食品和社区发展、良好生态为综合目标的生态社区农业。而支持小规模的家庭农业、社区农业,已成为日本、欧美等国现代化农业发展的新趋势和新潮流。

我国农业的小农经营格局决定了我国农业的将来仍需依赖小农场,其出路不在大农场而在于新时代的小农经济。小农户经营存在的一些弊端,在生产方式上可以通过机械化、产业化、社会化服务以及产业融合等加以克服,在技术上则是将稻鱼共生、农林复合、桑基鱼塘、间作套种等传统农业的精华与现代机械化、现代信息技术、现代化市场和管理相嫁接,成为高效生态农业的基础[2]。

从发展途径上看,最好的经济效益就是最佳的生态效益,通过经济效益“倒逼”解决生态、环境、安全等问题,其中增加收入来源的方法主要有:提高生物多样性,将主体产品与配套产品相结合;发挥农业的多功能化(科普教育、观光旅游、休闲体验等);融合城市农业和微农业,以营养健康为抓手,促进城乡一体化。降低成本的方法主要有:巧妙设置生态系统工程师,发挥大自然相生相克的作用(“聪明的农业”);将现代工业化、工程化、工厂化(种业、服务业和深加工)和传统的精耕细作有机结合(适度规模化);以农业废弃物为突破口,发挥系统微生物的作用等。

《国务院办公厅关于加快转变农业发展方式的意见》(国办发[2015] 59 号)明确要求“鼓励发展种养结合循环农业”。在我国粮食三多(粮食产量、进口量和库存总量增多)并存的形势下,为破解制约我国现代农业快速发展面临的效益、品质和生态环境等瓶颈问题,必然走**产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的高效生态农业发展道路**。

## 3. 自组织农业的理论基础和内涵

从系统论来看,农业是一个巨大的社会-经济(技术)-自然复合生态系统,人是这个复合系统的调控

者[3],其调控的方式是以社会经济系统为推动力,以农业生产技术为桥梁,以农业生态系统为转换器,实现农业复合系统的持续发展[4]。因此,农业结构调整要以市场为导向,以农业生态系统为基础,以现代农业技术为主要手段,以农民为主体,关键是体制和运行机制,即“结构深处是体制”,实现农业经济效益、生态效益和社会效益的有机统一[5]。

自组织理论是20世纪60年代末期开始建立并发展起来的一种系统理论,是L. Von Bertalanfy系统理论的发展,它研究系统自发的形成、生长、维持、解体以及从一种结构向另一种结构演化的系统理论,其核心是揭示系统从无序到有序以及无序和有序相互转换的规律。它主要有三个部分组成:耗散结构理论(Dissipative Structure)、协同学(Synergertios)、突变论(Catastrophe Theory)。将自组织理论应用于具有复杂行为模式的系统,可使系统具备更强的驾驭复杂性的能力。系统内部大量相互作用的、相对简单的单元按自组织规则组织起来,通过大量单元各自的微观决策,使系统整体上表现出自适应、自配置、自优化、自管理、自修复的宏观特性,从而具备适应环境变化的能力和更强的健壮性[6]。

自组织农业是以自组织理论为基础,利用乡土物种,恢复农业生态系统的生物多样性,充分发挥大自然的聪明才智和合理给农业生态系统委派“系统工程师”的一种新型农业模式。应用自组织理论来研究农业生态系统的结构层次与特性以及自组织运行机制,揭示农业生态系统的自组织性原理,使其更加符合真实的系统动态,寻求不断提高系统整体生产效益的途径和方法,为研究农业生态系统提供新的概念和方法[7]。

## 4. 稻鳢共作的实践、原理和运行机制

### 4.1. 我国稻渔共作的现状与存在的问题

国以民为本,民以粮为安,粮以稻为先。水稻是主要的粮食作物,世界上有1/3以上的人以稻米为主食,我国更是水稻生产与稻米消费的第一大国,水稻年平均播种面积达约3000万 $\text{hm}^2$ ,约占粮食作物种植面积的1/3,产量接近粮食总量的1/2,以稻米为主食的人口有2/3。稻米产量的高低及其品质的优劣与国民经济和人们的生活息息相关。我国水稻在大面积高产的同时,普遍存在着化肥、农药、除草剂等过量使用带来的生产成本增加,稻米品质下降,经济效益差,环境污染日益严重等诸多问题。由于水稻种植经济效益相对较低,上述这些问题是水稻种植本身无法解决的。发展稻田养殖特别是稻渔共作,增加生物多样性,通过合理的种养结合提高经济效益和生态效益,是解决上述问题的根本途径。

目前,我国稻田养殖面积已达200多万 $\text{hm}^2$ ,其中稻渔共作占了较大的比例,湖北省“虾稻共作”、“稻鳖共作”、“稻鳅共作”、“稻蟹虾鱼共生”等综合种养面积达16万 $\text{hm}^2$ ,江苏省90%以上的县(市)均发展了稻渔共作,均取得了较好的效果。但是,稻渔共作系统化、模型化、量化不够,规律性的认识和机理性的研究少,基本上停留在生产经验阶段;养殖品种单一,多样性低,经济效益差(纯利润低于2000元/667 $\text{m}^2$ );水肥配套技术缺乏,专用饲料较少;经济适用的病、虫、草、鸟害等绿色防控技术缺乏集成创新。

### 4.2. 稻鳢共作的实践

黄鳢(*Monopterus albus* Zuiew)具有很高的营养和药用价值,是为数不多的供不应求的传统农产品之一,具有广阔的市场前景。网箱养殖、池塘养鳢、大棚养殖等模式在全国各地发展较快,取得了较好的养殖效果,但是,黄鳢养殖至今还没有摆脱靠天吃饭和养殖风险比较高的局面。近几年,我们尝试稻田养殖黄鳢,形成了一套养殖规程,在江苏、浙江、上海、安徽、湖北、广东、贵州、四川等地得到了推广应用,取得了较好的经济和生态效益。

我们的稻鳢共作模式是以黄鳢为主,泥鳅、虾、田螺、鳖、蚯蚓、蔬菜等为辅的自组织模式,其中



水稻占 80%，环形沟占 10%，田埂占 10%。通过鱼虾鳖捕食害虫和“海陆空”设置诱虫灯防控虫害，基本上不用杀虫剂；利用畜禽粪污和稻草培育浮游生物和水丝蚓，基本上不投喂饲料，以及冬、春季种植绿肥和养殖蚯蚓，蚓粪肥田基本上不用化肥；通过提高田埂，做到“肥水不外流”，利用浮游生物和植物浮床净化水质，真正从源头解决面源污染问题，并且防涝抗旱，每亩稻田雨季可增加蓄水 150 吨左右；黄鳝和泥鳅需要露出水面呼吸，在稻田里频繁活动，使水中溶解氧增加，温室气体(如甲烷等)排放量减少。水稻收入除外，每亩的利润在 2000 元以上。

### 4.3. 稻鳝共作的原理与运行机制

养鳝有稻，稻法自然，相生相克，循环再生。稻鳝共作技术模式是利用稻田乡土物种鳝、鳅作为工具种，恢复稻田生态系统的生物多样性，充分利用稻田自然食物链，减少饲料投喂，节省劳力成本和饲料成本，最大程度地减少化肥和农药用量，可提高稻米品质，吃食活饵的黄鳝品质好，完全达到绿色食品的标准，并且其经济效益比较高，从根本上解决传统的水稻单一种植方式所带来的效益低、品质差和面源污染严重等问题，是保障我国粮食安全和提高粮田经济效益的迫切需要，具有清晰的产业化发展前景。

稻鳝共作模式是一种自组织农业模式，其运行机制包括三个方面：

1) 恢复稻田生态系统的生物多样性，有鱼、虾、鳖、蟹、螺蛳、各种昆虫等，利用稻田食物网相生相克的关系(图 1)，解决黄鳝活饵不足的问题，控制水稻病虫害，利用竞争关系淘汰老弱病残的个体，降低人类、野生动物和家畜罹患疾病的风险[8] [9]。

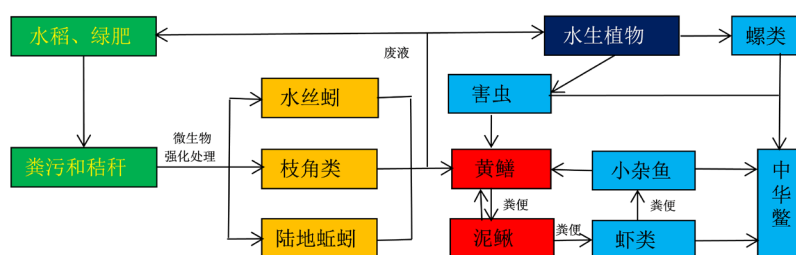


Figure 1. Food web of rice-ricefield eel system mode

图 1. 稻鳝共作模式食物网

2) 由于稻田沟窄水浅，一般的鱼类养殖不太合适。充分利用稻田鳝、鳅等乡土物种，给稻田委派“系统工程师”。黄鳝处于稻田生态系统食物链顶端，上可爬稻秆，下可打洞入泥 1 米多深，深刻地改变稻田的水文环境和土壤理化结构，特别是，黄鳝能吃几乎所有的水稻害虫如稻飞虱、稻纵卷叶螟和螟虫等，通过捕食对其它动物产生震慑作用，我们任命它为“司令员”；泥鳅在水中频繁呼吸和活动，相当于一个个微型“增氧泵”，既可摄食小型的浮游生物，也可摄食各类害虫，我们任命它为“政委”。通过“司令员”和“政委”的管理和协调，可对稻田生态系统实现无为而治。

3) 将生态工程、生物技术与农业工程技术有机融合，充分利用稻草和畜禽粪污等农业废弃物资源，采用微生物制剂处理畜禽粪污，利用环形沟直接生产枝角类、水丝蚓，利用田埂养殖蚯蚓生产有机肥，加强各生态链条的耦合链接，通过延伸产业链(如“粪污-枝角类-泥鳅和黄鳝苗种”、“粪污-水丝蚓-鳝鳅”、“粪污和稻草-蚯蚓-鳝鳅”等)提高经济效益，最大限度地挖掘农业循环经济的潜力。每亩稻田每年可以消纳畜禽粪污 1~2 吨和半吨稻草，可最大程度地减少化肥用量，降低劳力成本，减轻面源污染。

## 5. 结语

我国的农业发展有多种类型, 如针对石油农业的弊端, 有自然农业、生态农业、循环农业、有机农业等类型; 根据农业的生物种类和范围, 有白色农业、绿色农业、蓝色农业和功能农业等; 与大数据相结合, 有精准农业、数字农业、互联网农业等; 考虑到与人的关系, 有城市农业、生活农业和休闲农业等。但是, 这些农业类型很少顾及农业生态经济系统的特性, 一般都缺乏定量的理论基础, 可操作性比较差, 无法系统解决效益低、品质差和面源污染严重等问题。

自组织农业将给我国的农业发展带来颠覆性的革命, 为我国生态农业的健康发展探索一条新的道路, 是我们农业发展到现阶段的必然选择!

## 基金项目

常熟市科技创新创业领军人才计划项目(CSRC1623)。

## 参考文献

- [1] 张学浪, 潘泽瀚. 城镇化进程中的农村人口转移与分布空间[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2014, 13(4): 88-100.
- [2] 黄国勤, 赵其国, 龚绍林, 等. 高效生态农业概述[J]. 农学学报, 2011, 1(7): 23-33.
- [3] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统[J]. 生态学报, 1984, 4(1): 1-8.
- [4] 胡涛. 人的生态位——调控者[J]. 应用生态学报, 1990, 1(4): 378-387.
- [5] 刘夏茹, 周文宗, 杨文新. 农业系统论与农业结构调整[J]. 地域研究与开发, 2005, 24(5): 97-99.
- [6] 吴彤. 自组织方法论研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [7] 蒋建生, 任继周, 蒋文兰. 草地农业生态系统的自组织特性[J]. 草业学报, 2002, 11(2): 1-6.
- [8] Keesing, F. and Ostfeld, R.S. (2015) Is Biodiversity Good for Your Health? *Science*, **349**, 235-236. <https://doi.org/10.1126/science.aac7892>
- [9] Civitello, D.J., Cohen, J., Fatima, H., *et al.* (2015) Biodiversity Inhibits Parasites: Broad Evidence for the Dilution Effect. *PNAS*, **112**, 8667-8671. <https://doi.org/10.1073/pnas.1506279112>