

骆世明. 生态农业发展的回顾与展望 [J]. 华南农业大学学报, 2022, 43(4): 1-9.

LUO Shiming. Development process and prospect of agroecology practices[J]. Journal of South China Agricultural University, 2022, 43(4): 1-9.



生态农业发展的回顾与展望

骆世明

(华南农业大学 热带亚热带生态研究所, 广东 广州 510642)

摘要: 生态农业在我国正值大发展之际, 针对目前生态农业一些模糊认识和畏难情绪, 文章回顾了生态农业产生的历史轨迹和现实缘由, 追溯了国内外对农业可持续发展道路的各类探索, 概括了生态农业概念的内涵和理论基础, 总结了践行生态农业的多种切入途径。对生态农业成为主流农业方式需要解决的效应判断、潜力挖掘、市场创新、政策支撑和民间参与等进行了讨论, 并对生态农业今后蓬勃发展的机遇与态势进行了展望。

关键词: 农业可持续发展; 生态农业; 历史轨迹; 展望

中图分类号: S181; F323

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2022)04-0001-09

Development process and prospect of agroecology practices

LUO Shiming

((Institute of Tropical and Subtropical Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Agroecology is being strongly recommended and widely extended today in China. In view of the current vague understanding and difficulties in ecological agriculture, this article reviewed briefly the historical track and realistic reason of agroecology practices, and various approaches to sustainable agricultural development at home and abroad. The concept and theory of agroecology practices were summarized and the multiple ways for implementation are introduced. In order to make agroecology become a mainstream practice in agriculture, the problems of agroecology evaluation, potential realization, market renovation, policy support and public participation were discussed. Finally, the opportunity and trend of agroecology development in the future were prospected.

Key words: Agricultural sustainable development; Agroecology; Historical track; Prospect

2020 年农业农村部发布了《生态农场评价技术规范》^[1], 并在 2021 年公布了第一批经过评审后获得生态农场称号的 132 家生态农场。在 2022 年初农业农村部印发了《推进生态农场建设的指导意见》^[2], 指出推进生态农场建设是贯彻习近平生态文明思想的重要举措, 是探索农业现代化的有效路径, 是推进农业绿色发展的有力抓手。2022 年习近平^[3]在《求是》上发表的文章明确提出“农业是个生

态产业, 农村是生态系统的重要一环”。无论国内还是国际上, 农业走生态农业之路已经成为一股滚滚向前的潮流。然而, 目前有人还在纠缠生态农业称谓的具体表述上, 有人还怀疑其提升农业生产、农村生态、农民生活水平的潜力, 也有人对生态农业如何落地有些摸不着头脑。本文回顾了国内外生态农业已经走过的路, 并对未来要走的路进行了展望, 有助于明确农业的生态转型方向、坚定信心、攻

收稿日期: 2022-03-06 网络首发时间: 2022-04-11 09:45:49

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20220408.1501.002.html>

作者简介: 骆世明, 教授, 主要从事农业生态学与生态农业的教学、科研、推广, E-mail: smluo@scau.edu.cn

坚克难、突破瓶颈、造福社会。

1 生态农业的缘起

1.1 东西方传统

欧洲古代农业核心区域在南部。由于地中海气候,雨热不同季,文明早期的农耕区域弱小,而且由于距离西亚两河流域和北非尼罗河流域的古农业文明中心不远,海路和陆路交通方便,因而商品贸易得到重视。历史上全球气候波动在强度和时间上欧亚大陆的东方与西方有差异,欧洲农耕文明受到游牧冲击更为巨大,而且常常是颠覆性的,导致游牧和贸易逐渐成为欧洲文明相对于亚洲更为重要的基础。欧洲的种植业长期作为畜牧业的一个补充,比较粗放。放牧与作物轮换的“两圃制”一直到八世纪后才被放牧-春种-秋种轮换的“三圃制”逐步替代。十八世纪工业革命前,英国才出现牧草-小麦-萝卜-大麦轮换为代表的“四圃制”。这在欧洲已经算是一次重大的“农业革命”了,为后来的“工业革命”提供了土地、食物和劳动力基础^[4]。相比之下,我国北方在公元前 474 年起就已经实行耕地连作制,公元一世纪前后的东汉就已经有了一年多熟制。东亚农耕文明尽管也受到了游牧民族的入侵,还因此建了长城,然而由于雨热同季,适宜农耕区域纵深横宽,中华农耕文明成为世界上唯一没有中断的古代文明,而且后来还进一步融合了周边游牧民族和各兄弟民族的多元文化,形成了以“多元一体”为特征的中华文明^[4-7]。

在中国社会发展进程中,长期实行“诸子均分制”的遗产分配制度,加上农耕环境的稳定,“多子多福”成为传统,人口增速快。社会的人口增长速度与食物增长速度之间长期存在着紧张关系。一方面,人们不断扩增耕地,甚至把滩涂地、坡地、山地等偏远地段都改造成为了农田;另一方面,持续探索高产稳产措施,实施精耕细作,协调天、地、人关系,做到“人尽其才,地尽其利,物尽其用”。在农耕为主、村落固定居住的背景下,中国逐步形成了一个重农轻商的“士农工商”社会氛围,比较注重家族传统和人际关系。在相对稳定的环境中,东方社会有机会进行长期的细致观察、体验和经验传承。通过所谓的“黑箱方法”或“试错方法”,逐步探索出一套以整体为基础,因地制宜、因人制宜、行之有效的实践方法,并产生了诸如“阴阳学说”“经络学说”等独特的哲理和逻辑体系,造就了中国的传统农业和传统医学^[8]。

1.2 东西方相遇

欧洲“文艺复兴”基础上形成的经典科学发展建立在理性逻辑推断和事实验证的基础上,基于分析性思维和还原论方法,通过不断深入解剖和分解对象的“白箱方法”去揭示规律。在 Liebig^[9] 最小因子定律所揭示的植物营养制约规律和现代工业技术的推动下,化肥工业在十九世纪初出现了。农药、激素、抗生物、饲料、农机等相关的农业工业体系相继建立并逐步得到广泛采用。在这些方法推动下,率先实现农业工业化的国家获得了农产品显著增产和农业增收的效果。然而,即使在农业工业化初期,其引起的耕地退化问题就已经引起了关注,以至一些接触到东方农业的西方学者和官员对东方农业的精耕细作和长盛不衰感到震惊。美国土壤学者 King^[10] 早在 1911 年曾撰写了著作《四十个世纪的农民——中国、朝鲜和日本的永久农业》介绍东方农业。1940 年英国学者 Howard^[11] 甚至用《农业圣典》为书名,写到“被剥夺了培肥权利的土壤母亲在反抗着,土地正在罢工,土壤地力在退化;看看那些喂养着大量人口和机器的区域,如英国,土壤已经不可置疑地承受不了这些压力;土壤肥力正在迅速衰退,特别是在美国、加拿大、非洲、澳大利亚和新西兰”。“亚洲的农业是一个相对稳定的农业系统,从印度和中国狭小田块上看到的也是西方许多世纪前发生的事情,没有必要再去研究历史记录。中国的小农系统仍保持着稳定的产出,经过 4000 年管理后肥力仍无损失^[12]。”这些著作启发了后来西方的有机农业运动。

新中国建立之初,工业化还在起步之时,解决食物供求平衡采用的方法与很多发展中国家类似,例如在生态敏感区域开荒种地、在草原过量放牧牲畜等。这不可避免一度造成了森林缩减、湿地萎缩、草原退化、水土流失、土地沙化、地力退化等“贫穷”衍生的生态环境问题。在世界范围内,有些发展中国家农业出现的严重生态环境问题还叠加了国际资本的掠夺。在拉丁美洲不少国家,被北美垄断资本大举进入后,为了获取最大利润,大肆毁林开垦,实行高度集约化的大规模种植和养殖生产,不仅摧毁了原本就脆弱的小农经济,还导致了众多生态环境问题的恶化。而且由于跨国供应链长,跨国公司生产农产品的产后加工、存储、运输、销售过程产生的能源消耗也很大^[13]。

中国在努力实现工业化的道路上,也曾经努力实现以“电气化、化学化、水利化、机械化”这“四化”为标志的农业工业化。在这个过程中,中

国与其他后发工业化国家,如日本、韩国一样,既尝到了工业化农业能够快速扭转低产状况的“甜头”,也尝到了工业化农业不可持续的“苦头”,水体富营养化、农药环境污染、地下水位下降、土壤结构板结、农膜白色污染、生物多样性消失、食品安全问题频发等“富裕”衍生的生态环境问题变得越来越突出。

1.3 全球性挑战

无论是“贫穷”还是“富裕”引发的生态环境问题,随着人口增长和工业化进程,人类生态环境问题在二战结束后不久就陆续爆发。为此,1972年联合国在瑞典斯德哥尔摩召开了“人类环境会议”,通过了《联合国人类环境宣言》。1991年联合国粮农组织在荷兰召开“国际农业与环境会议”,发表了《可持续农业与农村发展的丹波宣言》。农业必须改变发展模式,走可持续发展之路,这已成为国际共识。

2 生态农业发展的轨迹

2.1 国内外的探索

优质、高产、安全、盈利是农业发展普遍认可的追求,然而还要求对外部的资源、生态、环境友好,却不是一下子能够被大众广泛接纳的。在国际上,开始仅是一些先驱开展了不同的尝试。奥地利哲学家1924年提出了基于宇宙整体论哲学观的“生物动力学农业”尝试。日本的福冈正信为了寻求健康,在中国道教启发下,于20世纪50年代开启了以不翻耕、不施化肥、不中耕、不用农药为特征的“自然农业”^[14]。受东方农业启发,美国的Rodale研究所在1942年开始出版《有机园艺和农作》刊物,并在自己的农场实践“有机农业”。1974年澳大利亚B. Mollison和D. Holmgren基于照顾地球、照顾人类、分享剩余的伦理,提出了朴门农业(Permanent agriculture, 简称 Permaculture)方法。1981年英国的M. K. Worthington根据欧洲众多分散的实践,通过调查,总结了一个以小型、多样、能量和养分基本自给为特征的“生态农业”(Ecological agriculture)实践^[15]。

随着1972年人类环境会议的召开和人类生态环境意识的觉醒,越来越多国家把农业的生态环境效益列为农业发展目标。美国联邦政府1988年提出了“低投入可持续农业计划”;1990年提出了“高效持续农业计划”,同年颁布了“有机农业生产条例”^[16]。日本农林水产省1992年开始设立“环境保全型农业”对策室,1999年颁布“可持续

农业法”,2006年推出“有机农业促进法”。韩国1997年制定了“亲环境农业育成法”,2001年修订为“环境亲和型农业育成法”。欧盟1997年提出了“多功能农业”概念,特别强调了农业的非商品功能,并且在欧盟共同农业政策中落实具体执行措施^[17]。

西方科学发展到20世纪40年代之后陆续出现了系统论、信息论和控制论,并朝综合性、系统性方向发展,由“硬”向“软”,由“实”向“虚”的趋势明显。相比之下,中国从传统社会走向工业化社会,总体过程可以看成是从“软”到“硬”,由“虚”入“实”的过程。由于整体观、系统观本来就是东方的一种传统,因而,系统论、信息论、控制论、运筹学、系统工程等概念和方法经钱学森和华罗庚等知名科学家推介以后,很快被中国学者所理解和接纳。加上受到世界环境意识觉醒的影响,自20世纪70年代起,叶谦吉、许涤新、沈亨利、吴灼年等一批中国学者先后提出了中国农业要走“生态农业”之路^[18]。1981年马世骏等^[19]在农业生态工程学术研讨会上提出了“整体、协调、循环、再生”的生态工程原理。1983年石山^[20]发表的“试论我国发展农业的新思想与农业发展新阶段”一文中指出,“在农业生产方面,农林牧副渔各业都要严格保护资源和保持生态平衡,再不许掠夺性的经营方式”。中国当时还处于农业的工业化初期,市场经济还不发达,还没有形成垄断企业,尽管个别学者对生态农业还有些疑虑,但中国生态农业发展中并没有遇到过在一些发达国家所经受的巨大社会阻力,生态农业理念很快就被上至中央政府,下至村镇、农户所广泛接纳^[21]。20世纪80年代开始,各级政府和研究机构陆续开展生态农业相关的试点研究和经验总结。1988年全国生态农业理论问题研讨会的论文集《中国生态农业》^[22]出版。随后,国内以生态农业为题的著作如雨后春笋般呈现。其中,2003年由李文华院士主编的《生态农业——中国可持续农业的理论与实践》^[23]就是其中一部最具典型的代表作。20世纪90年代,农业部在全国分2期开展了120个生态农业试点县建设,各地开展的生态农业试点已超过1000个。自2014年起,农业农村部农业生态与资源保护总站进一步组织开展了13个生态农业区域示范基地建设,并对全国上百个典型生态农场开展了调查,总结出版了《中国生态农场案例调查报告》^[24]。近年来,涉及农业大政方针的中央一号文件在不放松粮食生产的同时,十分重视农业的生态转型和绿色发展,重视农业生态环境效益,农业生态转型已经纳入国策。

2.2 国际共识

2000 年以后, 国内外关注生态农业的学者、机构、团体和政府越来越多, 发表的研究报告、调查报告和经验总结快速增长^[13,25-26]。2014 年组建的“可持续食品系统专家国际委员会”(IPES) 发布了一系列促进生态农业发展的研究报告。IPES 在 2016 年发布的报告《从单一性到多样性——从工业化农业向多样化生态农业体系范式转变》中明确提出, 无论各国目前农业发展处于什么阶段, 都应当采取有效措施, 走多样化的生态农业之路^[21]。拉丁美洲生态农业与可持续发展联盟在 20 世纪 80 年代成立以后十分活跃, 正常的年会参加人数达三四千人^[27]。欧洲与北美的生态农业组织在近年也相继成立。联合国粮农组织 (FAO) 2014 年在罗马召开了第一届国际生态农业研讨会; 2015 年在塞内加尔召开第一届泛非洲生态农业研讨会, 同年在泰国召开了亚洲与太平洋地区利益相关方生态农业磋商会; 2016 年在巴西召开拉丁美洲与加勒比地区生态农业研讨会; 2017 年在中国昆明召开国际生态农业与可持续发展研讨会。在这一系列会议之后, 2018 年 FAO 在罗马召开了第二届国际生态农业研讨会, 72 个国家政府、350 个非政府组织、6 个联合国机构的代表以及一大批农业教育、推广和科研人员参加了这个会议。FAO 的系列会议宣传了生态农业的理念和方法, 推动了各国的生态农业行动和政策制定。走生态农业之路在国际上已为大多数国家政府和学者所接纳, 逐步形成共识^[28]。

3 生态农业的内涵

3.1 生态农业的概念表述

生态农业的英文表述开始为 Ecological agriculture, 后来也有用 Eco-agriculture、Agricultural ecology 和 Agroecology 的。近年, 北美、欧盟、拉美各国和联合国粮农组织都普遍采纳了 Agroecology 这个术语, 而且都普遍同意对这个术语的 3 个内涵概括, 即“Agroecology is a science, a practice and a social movement”^[13]。作为一种实践形式的 Agroecology 就是“生态农业”, 作为一个科学分支的 Agroecology 是指“农业生态学”, 作为一类社会变革潮流的 Agroecology 就是“社会的农业生态转型”或“生态农业的社会潮流”。尽管面向不同场合, 根据不同背景, 面对不同对象, 生态农业概念的具体表述方式千差万别, 但是随着经验累积, 生态农业概念的内涵逐步趋同。生态农业概念表述的共同核心要素包括: 1) 对象, 农业是多组分间通过能流、物流、信息

流、资金流连接起来的一个系统, 该系统在农业内部以及与外部社会有各种复杂相互关系; 2) 效益, 农业不仅产出农产品, 产生经济效益, 而且会对生态环境、社会稳定、精神文化产生重要影响, 农业具备多重功能, 能够产生多重效益; 3) 措施, 从社会、经济和生态环境可持续发展的高度, 尽量采纳对生态环境友好的综合农业调节控制措施。

近年来, 典型的生态农业定义表述如下。农业农村部《生态农场评价技术规范》^[1]对生态农场的定义为: 依据生态学原理, 遵循“整体、协调、循环、再生、多样”原则, 通过整体设计和合理建设, 采用一系列可持续的农业技术, 将生物与生物以及生物与环境间的物质循环和能量转化相关联, 对农业生物-农业环境系统进行科学合理的组合与管理, 以获得最大可持续产量, 同时形成资源匹配、环境友好、食品安全的农场。骆世明^[29]主编的《农业生态学》将生态农业定义为: 积极采用生态环境友好方法, 全面提升农业生态系统服务功能的农业可持续发展方式。2018 年 FAO 给生态农业的定义是: 生态农业是一种综合方法, 它将生态与社会的概念和原则同时应用于食物和农业系统的设计和管理, 以优化植物、动物、人类和环境之间的相互作用, 同时考虑到可持续和公平的食品体系需要解决的社会问题。FAO 还进一步概括了生态农业的 10 个特征, 即多样性、有弹性、高效率、协同好、循环好、共同创造与分享、重视人文社会价值、重视文化饮食传统、进行负责任的治理、建立循环与互助的经济^[28]。FAO 和国外不少专家在对生态农业的定义和特征描述中都重视生态农业的社会正义功能, 特别是小规模农户和妇女的平等权以及消费者的知情权。这是因为国际上绝大部分发展中国家的农业主要劳动力是小型农户, 无论生产者还是消费者, 维护自身利益的能力很弱, 很容易沦为国际资本和大型企业的牺牲品。

生态农业概念具有广泛的包容性。农业运行中只要不突破资源耗竭、环境污染和食品不安全这 3 条“红线”, 长期保持“资源匹配、环境友好、食品安全”状态, 在具体执行过程中不管强调农业的哪一方面, 或者冠以什么称谓, 其实都属于生态农业范畴。在农业生态转型的不同阶段和不同场景, 人们乐于采用不同术语。比如: 强调碳平衡时采用“低碳农业”、强调生态标志性色彩时采用“绿色农业”、强调系统循环时采用“循环农业”、强调环境源头治理时采用“农业清洁生产”、强调适应气候变化时采用“气候智慧型农业”等, 这些概念

和行为严格守住生态农业 3 条“红线”，因而与生态农业并行不悖，可纳入生态农业概念范畴。目标一致的众多行为涌现是生态农业走向繁荣的标志，百花簇拥才是春。“下有底线，上不封顶，下有砥柱，上托百花”正是生态农业概念边界清晰、包容性强的写照。

3.2 生态农业的科学基础

农业农村部《生态农场评价技术规范》对生态农场定义的第一段就明确了其依据是生态学原理，遵循的是“整体、协调、循环、再生、多样”的原则。FAO 的定义也强调了“将生态与社会的概念和原则同时应用于食物和农业系统的设计和管理”。生态农业崛起之初的 20 世纪 70 年代，生态学早已从个体、种群和群落生态学范畴发展到了生态系统生态学阶段。随着遥感技术和分子生物学等研究手段的现代化，生态学还出现了宏观水平的“景观生态学”和微观水平的“分子生态学”。景观生态学原理在生态农业中得到了广泛应用。生态学与社会科学和环境科学交叉融合催生了“生态经济学”“生态法学”“环境生态学”等。“农业生态学”是生态学运用到农业的分支学科，农业生态学重视系统论、信息论、控制论视角下农业生态系统的结构与功能，重视其相互关系的调节控制。生态农业所依据的现代科学基础已经跨越了传统学科分支，代表了从越分越细的西方经典科学发展阶段，到了交叉融合发展的新阶段。从系统角度理解农业，通过调节控制，产生 1+1>2 的整合效应是生态农业的重要理论基础。生态农业背后的整体观、系统观、生态观与东方“天人合一”“道法自然”的理念吻合。“硬”与“软”、“虚”与“实”的结合也折射了东西方思辨传统在近代的融合创新^[22,27]。在生态农业领域，无论是张显良^[30]和陈欣等^[31]对传统稻田养鱼的研究，还是李隆等^[32]对传统间套作的研究，通过现代“白箱”科技把中国优秀传统文化的“黑箱”打开后所揭示出的规律让人惊叹，他们的研究结果都登上了国际权威科技期刊。通过改进和规范，传统稻田养鱼和作物间套作已经在我国现代生态农业中得到了广泛应用。通过分子生物学方法，人们揭示了生态有机耕作形成的土壤复合微生物群落对于作物健康的重要性堪比人体肠道微生物对于人体健康的作用。大量涌现的现代科研成果为生态农业打下了越来越扎实的科学基础。

4 生态农业的实践

生态农业建设的关键一步是如何落地。由于生态农业建设涉及农业生态系统结构与功能的调节

控制，涉及多功能的协调与权衡。多年来各地生态农业的实践表明，守住生态底线，因地制宜找出切入点，开展生态农业建设就会取得丰硕的成果。

4.1 守住底线、突破瓶颈

由于我国农业工业化已经走过了一段相当长的路，很多地方都存在需要积极采取改进措施才能突破当地农业的生态环境瓶颈问题。实践生态农业的一个简便办法就是根据生态农业“资源匹配、环境友好、食品安全”的 3 条底线对照检查，抓住主要矛盾开展生态农业建设。比如：在华北不少地方，主要的农业生态环境问题是地下水位长期超采，因而生态农业建设的关键是要采取节水措施或者改种节水作物^[33]；在东北相当多地方出现了黑土地退化现象，因而生态农业建设关键是要开展保护性耕作与强化耕地培肥^[34-35]；不少集约化畜牧场的主要矛盾是牲畜排泄物污染问题，因此需要在企业内部或者企业与地方之间构建起养殖业与种植业之间的良性循环体系^[36]等等。通过“望闻问切”，找准可能突破生态农业底线的关键问题所在，因地制宜，因时制宜，一场一策，一村一策，才能有效推进生态农业建设。

4.2 承接传统、问计民间

传统农业往往就是最朴素的生态农业方式。在我国很多地方还保留了传统农业实践，例如：实行禾本科作物与豆科作物的间套作和轮作^[32]；传统的种养结合与有机肥制作，珠江三角洲的桑基鱼塘高效循环体系^[37]；延续了上千年的浙江青田稻田养鱼和贵州从江稻鱼鸭^[30]等。传统的云南元阳梯田就包含了丰富的生态农业措施：在景观上平衡了森林蓄水供水与梯田需水关系，建立了种养结合的养分循环利用体系，农田中种植了抗性基因丰富多样的农家品种，还养鱼、养鸭^[38-39]。在生态农业实践中，如果我们能够基于“天人合一”理念，善于发掘、保护和研究优秀的农耕传统，因地制宜加以改造并发扬光大，就能有效地推进生态农业建设和发展^[22, 40]。

民间有很多创新性的生态农业方法。比如：广东潮汕农民在水稻中期晒田以增强水稻抗性的经验，研究表明这不仅有利于根系深扎和土壤养分转化，还有利于诱导水稻产生抗性、减少稻田温室气体排放^[41]。广东东莞农民实施的香蕉与韭菜间作可以有效地防治香蕉枯萎病，研究发现这与韭菜分泌物对病原菌的抑制作用有关^[42]。西北农民发现石榴园附近种植向日葵会引诱桃蛀螟，已经被试验证实并被利用作为石榴园的害虫陷阱作物^[43]。民间用不同方法制作的发酵制品施用到耕地或农作物后对

作物防病、抗虫、增产有效,研究表明这与微生物拮抗作用、诱导抗性作用和土壤微生物修复作用有关^[44]。北方的“大棚-沼气-养猪-蔬菜”生态农业模式^[45],南方的“猪-沼-果”生态农业模式也都是在生产一线探索出来的^[46]。梁鸣早等^[47]总结了众多实践经验和科研成果,提出了作物高产优质的一套生态农业方法:使用碳水化合物丰富的有机肥,全面保障植物所需要的多种元素,给植物适当逆境以诱导产生抗性,使用包括具备固氮、解钾、抗虫、抗病能力的多种芽孢杆菌和光合细菌组成的复合微生物群落。在生态农业实践中,只要善于发掘、总结农业一线的实践经验和研究成果,一定会找到很多实用而有效的生态农业方法^[23]。

4.3 参照规范、博采众长

推进生态农业实践的另外一个途径是系统对照生态农业规范要求,当前可以参考《生态农场评价技术规范》^[1]。在模式构建上,努力实现区域景观合理布局并留出生态空间,生态系统循环顺畅,生物层次多样性丰富;在技术体系选择上,积极采用作物有害生物绿色防治手段,拓展作物养分供应的有机肥来源,开展预防为主 的动物疾病防控,饲料不添加激素和抗生素,农业污水进行净化处理等^[48-50]。

由于生态农业实践重视传统农业经验和民间探索,往往会给人错觉,好像生态农业排斥高新技术。生态农业的本质是通过更多智慧与信息投入来减少物质与能量的粗放投入。这种智慧和信息的投入可以来自传统知识的累积,来自民间实践的探索,来自现代科学研究的揭示,也可以来自高新科技的前沿成果^[50-51]。事实上,生态农业不仅愿意采纳诸如测土配方施肥、有害生物综合防控、农田作业机械化等现代技术,而且乐于采纳高新技术,特别是信息技术。比如:作物节水节肥的自动感应和自动控制体系,畜牧场饲料及饮用水的自动投放控制设备,温室和房舍的环境自动控制,作物病虫害监控的自动识别技术,动物行为的自动识别技术,节能农业机械与果园作业机器人,污水处理自动控制,生态农业应用软件,虚拟现实(VR)与人工智能(AI)等。未来,“虚拟农场”与“实体农场”的互动也会成为践行生态农业的方法之一。

5 生态农业发展存在的问题与展望

5.1 生态农业普及需要解决的问题

人们普遍承认生态农业的生态环境效益和精神文化内涵优于常规农业。对于单位土地产出效率和经济效益,无论是稻田养鱼模式^[52]、作物间套作

模式^[53],还是中国科学院植物研究所的蒋高明等^[54]在山东实践多年的弘毅生态农场案例都表明生态农业不低于、甚至要高出常规农业。然而,由于生态农业的特殊性,如何理解生态农业的生产效率与经济效益,如何让生态农业的多重服务功能转变为切实的经济利益,是生态农业成为主流农业过程中不可避免的关键。

5.1.1 时间效应 从常规农业向生态农业转型,需要多年努力才能够让系统摆脱旧的状态、取得新的平衡。从常规农业向有机农业转变需要有 3 年的过渡期才可以获得正式认证,就是为了在这期间让有害化合物彻底分解,生物群落为基础的土壤活力得到恢复,天敌生物群落能够稳定成长。考虑到有些新建的生态农场在没有经验可循的情况下,还要因地制宜探索适合当地的生态农业模式和技术体系,需要的时间可能会更长一些^[54]。因此,习惯用 1 年的肥料对比试验或者品种对比试验结果就去评判生态农业容易产生偏差。这就是为什么农业科学机构以及研究人员在开展生态农业研究中很注重设立农业长期生态定位站并开展长期生态农业定位研究的原因所在,例如中国科学院东北地理与农业生态研究所设立的海伦农业生态实验站,中国科学院亚热带农业生态研究所设立的环江喀斯特生态系统观测研究站和长沙农业环境观测研究站等。

5.1.2 尺度效应 除了时间效应之外,影响生态农业表现的另外一个因素就是尺度效应。通过景观生态学有关基底、廊道、斑块的概念很容易理解生态农业的空间效应和尺度效应^[55]。如果生态农业仅仅是一个被常规农业包围的小型农场,而且种植的作物类同,常规农场的病虫害就很容易扩散到生态农场,使用的化学物质也很容易扩散到生态农场,从而使得生态措施的效应受到干扰。常规农业包围的小型生态农场还往往由于缺乏天然植被斑块和生物迁移廊道,有益鸟类、天敌昆虫、蜘蛛种群也很难定居和繁衍。这就不难理解被群山包围、水源独立的生态农场,或者与周围农场生产类型完全不同的生态农场,或者有一定连片规模的农业企业与农业合作社所实施的生态农业往往更容易获得成功。

5.1.3 科研效应 各国农业教学科研机构最初的设置思路和研究路线是建立在西方传统科学的还原论基础上,学科越分越细,隔行如隔山。仅仅在 20 世纪 70 年代之后,各国农业研究才陆续开始接纳生态环境指标、采用系统思维,尝试通过学科交叉融合的方法指导农业科学研究,并逐步重视农业

外部效应和可持续性评估。与国际上的工业化农业倾注巨大人力物力进行了长达百年以上的研究相比,投入生态农业研究的时间短、人才缺、资金少,生态农业的多功能潜力还远远没有被发掘。今后,随着生态农业相关研究的持续开展和日益重视,其潜力一定会表现得越来越清晰^[26]。

5.1.4 市场效应 传统市场仅仅能够对常规农产品进行交易,这不利于体现生态农业潜在的经济效益。生态农业产生的生态环境效益作为公共产品,其价值在传统市场里得不到体现,因此产生了“经济外部性”。一个对公共生态环境和子孙后代负责的生态农场与一个仅仅追求产品市场交易利润最大化的常规农业进行短期经济效益比较,显然有失公平。

要解决“经济外部性”问题最直接的方法就是通过政府对农场损害生态环境的“外摊成本”实施经济处罚,对农场保育生态环境产生的“外泄收益”进行经济奖励或生态补偿。尽管我国目前已经实施过诸如退耕还林补偿、草畜平衡补偿、秸秆还田补贴、农膜回收补贴、畜牧场污水处理补贴等有利于农业生态转型的经济措施,但建立普惠、系统、稳定的生态补偿制度仍然是我们今后努力的目标。国际上,一些国家通过给获得认证的生态农户予以优惠贷款以兑现生态补偿,还有一些国家通过制定红色生态处罚清单和绿色生态激励清单来建立奖罚分明的法律制度^[56-57]。这些经验都值得我们借鉴。

要解决“经济外部性”问题的另一条途径是让稀缺的生态环境资产化,建立起诸如“CO₂ 排放市场”“水 COD 排放市场”“空气 SO₂ 排放市场”等。我国已经建立起全国性的碳排放交易市场。目前,不同类型农业体系碳平衡的统一计算方法和碳交易方式的便利化还有待探索和进一步完善^[58]。杨帅和温铁军^[59]提议让生态产业化和产业生态化同步实施,建立起生态资产的市场机制。此外,利用生态农业实施过程中产生的良好条件开展农业旅游、农业实训、休闲养生等第三产业,也是利用市场机制改善生态农业经济效益的有效途径,这方面我国已经有很多成功案例^[60]。

要解决“经济外部性”的第 3 条途径是在市场上建立消费者可以识别的产品,让生态产品得到较高的市场价格,从而让生态环境效益得以体现。生态农产品的第三方认证方法有利于远距离大范围贸易。依靠包括生产者和消费者在内的利益相关方所形成的参与式保障体系 (Participatory guarantee

system, PGS) 可以降低生态农产品的认证成本,节省认证时间,方便在本地市场特别是熟人社区市场进行交易^[57, 61]。

5.1.5 民间效应 通过宣传教育使生态农业获得普及,会让消费者更加愿意购买生态农产品,生产者更加自觉参与生态农业实践。事实上,随着生活水平提高和多年的宣传教育,我国民众的生态环境意识得到了很大提高,对生态农产品的认可度越来越高,自觉参与生态农业实践的人也越来越多。当前,不少农业企业主动把“生态”纳入企业名称或者产品名称。这些农业经营者愿意以农业的生态化为追求目标,而且已经认真落实了生态措施。此外,我国社区支持生态农业 (Community supported agriculture, CSA) 得到了发展。受过高等教育和具有生态情怀的“新农人”不断加入到生态农业建设中。尽管遇到不少困难,但是通过交流、互助,以及消费者的理解和政府的支持,众多“新农人”经营的生态农场获得了生机,得到了发展^[62-63]。

5.2 展望

农业深刻影响到周边甚至全球生态环境,反过来周边与全球生态环境好坏也会对农业生产和民众福祉产生深远影响。除非出现饥荒与战争之类的紧急状况,政府在农业决策中都不应当忽视其生态环境效益。在食品供应有了坚实保障并有所储备、人民生活水平稳步提高的当下,决策就应当更加重视农业生态环境效益、农产品供给的可持续性和人民日益增长的精神文化需求。生态农业建设完全契合国家发展战略。党的十八大以来,“生态文明”已经成为与国家的经济建设、政治建设、文化建设和社会建设同等重要的国家发展战略,要求将生态文明建设融入到经济建设、政治建设、文化建设和社会建设的各个方面和全过程。

全球气候变化产生的极端天气对农业的影响和对人民生命财产的影响已经越来越不可忽视。为此,如何控制温室气体排放成了国际社会的紧迫任务。在 2020 年第 75 届联合国大会期间,习近平总书记承诺我国 CO₂ 排放力争于 2030 年前达到峰值,努力争取 2060 年前实现碳中和。全球温室气体排放中有约 20% 来自农业,农区大力提升碳存储、减少碳排放显得相当紧迫^[64]。为此,在生态农业实践中开拓农业农村清洁能源,降低农业输入品碳足迹,减少农业生产过程能耗,增加农区植被与土壤碳存储,通过科学方法减少水稻、反刍动物和动物排泄物的 CH₄ 排放等,都显得更为必要^[51]。为了应对可持续发展的众多挑战,近年来“基于自然的解

决方案”(Natural based solution) 逐步得到国际社会重视和广泛响应。2020 年世界自然保护联盟发布了针对人类社会面临的气候变化、粮食安全、水安全、人类健康、生态环境退化、生物多样性消失等严峻挑战,提出《IUCN 基于自然的解决方案全球标准使用指南》^[65]。“基于自然的解决方案”的八条准则是:1) 方案应当有效针对需要切实解决的当地社会主要挑战;2) 方案应当根据注意在区域景观尺度水平进行设计;3) 方案应当带来生物多样性增长与生态系统完整性;4) 方案应当具有经济可行性;5) 方案制定过程应当包容、透明和赋权;6) 方案要为关键目标和多种效益公正地做出权衡与取舍;7) 方案应当根据实际情况的变动进行适应性调节,表现出可塑性和弹性;8) 方案应当具备可持续性并可以在附近类似区域加以推广。可以看到“基于自然的解决方案”与生态农业的基本理念和实践途径不谋而合。生态农业是一种可持续的农业实践方式,其背后需要一个基于系统整体的、以农业生态学为代表的科学支撑,成为社会潮流则需要社会自上而下的政策法律支持和自下而上的民间参与。在这个国际共识的推动下,生态农业正在逐步成为农业发展主流,推进着我国和全球的农业可持续发展,不断造福人类。

参考文献:

[1] 中华人民共和国农业农村部. 生态农场评价技术规范: NY/T 3667—2020[S]. 北京: 中华人民共和国农业农村部, 2020.

[2] 中华人民共和国农业农村部办公厅. 推进生态农场建设的指导意见[EB/OL]. (2022-02-09)[2022-02-18]. http://www.kjs.moa.gov.cn/hbny/202202/t20220209_6388309.htm.

[3] 习近平. 坚持把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重, 举全党全社会之力推动乡村振兴[J]. 求是, 2022(7): 1.

[4] 约翰·赫斯特. 极简欧洲史[M]. 席玉苹, 等, 译. 桂林: 广西师范大学出版社, 2011: 216-221.

[5] 斯塔夫里阿诺斯. 全球通史[M]. 吴象婴, 梁赤民, 董书慧, 等, 译. 北京: 北京大学出版社, 2014.

[6] 梁家勉. 中国农业科学技术史稿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1989.

[7] 骆世明, 赵飞, 向慧敏. 东西方国家轮作休耕制的发展及启示[M]//赵其国, 滕应. 中国耕地轮作休耕制度研究. 北京: 科学出版社, 2019: 62-81.

[8] 骆世明, 黎华寿, 彭世奖. 中国传统农业的生态学思想及对生态农业建设的启示[M]//李文华. 生态农业: 中国可持续农业的理论与实践. 北京: 化学工业出版社, 2003: 3-28.

[9] LIEBIG J. Chemistry in its applications to agriculture and physiology[M]. London : Taylor and Walton, 1840.

[10] KING F H. Farmers of forty centuries or permanent agriculture in China, Korea, and Japan[M]. Pennsylvania: Rodale Press Inc, 1911.

[11] HOWARD A. An agricultural testament[M]. Oxford: Oxford University Press, 1940.

[12] 霍华德. 农业圣典[M]. 李季, 等, 译. 北京: 中国农业大学出版社, 2013.

[13] WEZEL A, BELLON S, FRANCIS C, et al. Agroecology as a science, a movement and a practice: A review[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2009, 29: 503-515.

[14] FUKUOKA M. The one-straw revolution: An introduction to natural farming[M]. Emmaus: Rodale Press, 1978.

[15] WORTHINGTON M K. Ecological Agriculture: What it is and how it works[J]. Agriculture and Environment, 1981, 6: 349-381.

[16] HOODES L, SLIGH M, BEHAR H, et al. From the margins to the mainstream, advancing organic agriculture in the US[M]. Pittsboro: Rural Advancement Foundation International, 2010.

[17] 骆世明. 构建我国农业生态转型的政策法规体系[J]. 生态学报, 2015, 35(6): 2020-2027.

[18] 骆世明. 系统论、信息论和控制论与我国农业生态学的发展[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2021, 9(2): 340-344.

[19] 马世骏, 李松华. 中国的农业生态工程 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.

[20] 石山. 试论我国发展农业的新思想与农业发展新阶段[J]. 农业现代化研究, 1983(5): 1-5.

[21] IPES-FOOD, FRISON E . From uniformity to diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems[R]. Brussels: IPES-Food, 2016.

[22] 郭书田. 中国生态农业[M]. 北京: 中国展望出版社, 1988.

[23] 李文华. 生态农业: 中国可持续农业的理论与实践 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.

[24] 高尚宾, 李季, 乔玉辉, 等. 中国生态农场案例调查报告[R]. 北京: 中国农业出版社, 1980.

[25] 骆世明. 农业生态转型态势与中国生态农业建设路径[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2017, 25(1): 1-7.

[26] WEZEL A, CASAGRANDE M, CELETTE F, et al. Agroecological practices for sustainable agriculture: A review[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2014, 34: 1-20.

[27] ALTIERI M A, TOLEDO V M. The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants[J]. The Journal of Peasant Studies, 2011, 38(3): 587-612.

[28] FAO. Scaling up agroecology initiative[EB/OL]. (2018-04-03)[2022-02-18]. <https://www.fao.org/3/I9049EN.pdf>.

[29] 骆世明. 农业生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017.

[30] 张显良. 大力发展稻鱼综合种养助推渔业转方式调结构[J]. 中国水产, 2017(5): 13-15.

[31] 陈欣, 唐建军, 胡亮亮, 等. 青田稻鱼共生系统生态学基

础及保护与利用[M]. 北京: 科学出版社, 2021.

[32] 李隆. 间作体系豆科作物固氮生态学原理与应用[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2013.

[33] 刘昌明. 中国农业水问题: 若干研究重点与讨论[J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(8): 875-879.

[34] 马振勇, 芦楚涵, 马治国. 黑龙江省生态农业现状及发展优势分析[J]. 农业展望, 2017, 13(1): 22-24.

[35] 高鹏飞, 刘伟林. “三江模式”保护性耕作培肥地力: 让黑土地永葆生机[N]. 农民日报, 2022-02-25(6).

[36] 毛文星, 苏效良. 固碳型生态农业和低碳养殖业刍议: 发展战略与生产经营[J]. 中国草食动物, 2010, 30(6): 49-52.

[37] 龚建周, 蒋超, 胡月明, 等. 珠三角基塘系统研究回顾及展望[J]. 地理科学进展, 2020, 39(7): 1236-1246.

[38] 郭亚容, 高宇琼. 元阳哈尼梯田生态智慧及其在当代的意义探究[J]. 南方农业, 2020, 14(12): 170-172.

[39] 夏青, 沈梅. 元阳梯田红米百年不衰的原因及其特性分析: 以月亮谷为例[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(30): 10826-10828.

[40] 闵庆文. 重要农业文化遗产及其保护研究的优先问题与对策[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(9): 1285-1293.

[41] 张俊, 邓艾兴, 张卫建, 等. 秸秆还田下水稻丰产与甲烷减排的技术模式[J]. 作物杂志, 2021(6): 230-235.

[42] 廉法卓, 薛蓉蓉, 林娴慧, 等. 韭菜和胜红蓟水浸提液和挥发物对香蕉枯萎病菌的抑制作用[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(4): 40-46.

[43] 洪少民. 石榴园种植向日葵防治桃蛀螟[J]. 安徽林业, 2009(4): 77.

[44] 刘庆松, 叶璇, 孙洪庆, 等. 环保酵素的生物活性及在农业生产中的应用[J]. 南方农业, 2021, 15(32): 232-234.

[45] 黄宇. 小流域综合治理新设计研究: 猪沼果模式[J]. 环境科学与管理, 2018, 43(3): 72-74.

[46] 李金才, 邱建军, 任天志, 等. 北方“四位一体”生态农业模式功能与效益分析研究[J]. 中国农业资源与区划, 2009, 30(3): 46-50.

[47] 梁鸣早, 路森, 王天喜, 等. 高产优质有机农业技术体系探索[J]. 中国土壤与肥料, 2016(3): 5-12.

[48] 骆世明. 论生态农业模式的基本类型[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2009, 17(3): 405-409.

[49] 骆世明. 生态农业的景观规划、循环设计及生物关系重建[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(4): 805-809.

[50] 骆世明. 论生态农业的技术体系[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2010, 18(3): 453-457.

[51] 骆世明. 基于控制论的农业低碳发展方略[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2022, 30(4): 495-499.

[52] GUO L, ZHAO L, YE J, et al. Using aquatic animals as partners to increase yield and maintain soil nitrogen in the paddy ecosystems[J/OL]. Elife, 2022, 11: e73869. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35190027/>. doi:10.7554/eLife.73869

[53] LI X F, WANG Z G, BAO X G, et al. Long-term increased grain yield and soil fertility from intercropping[J]. Nature Sustainability, 2021, 4: 943-950.

[54] 蒋高明, 郑延海, 吴光磊, 等. 产量与经济效益供应的高

效生态农业模式: 以弘毅生态农场为例[J]. 科学通报, 2017, 62(4): 289-297.

[55] 王美娜, 王子睿, 宇振荣, 等. 北京昌平区景观复杂度和局地管理对苹果园传粉蜂多样性的影响[J]. 应用生态学报, 2022, 22(2): 527-536.

[56] 骆世明. 中国生态农业制度的构建[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2018, 26(5): 759-770.

[57] 唐珂. 中国现代生态农业建设方略[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015.

[58] 姜涛, 刘瑞, 边卫军. “十四五”时期中国农业碳排放调控的运作困境与战略突围[J]. 宁夏社会科学, 2021, 229(5): 66-73.

[59] 杨帅, 温铁军. 货币“回锚”: 新发展理念下一种货币供给生态化转型方案[J]. 探索与争鸣, 2022(1): 51-62.

[60] 李麦泥. 基于人工智能技术的生态农业特色旅游的研究[J]. 乡村振兴, 2022, 53(4): 112-115.

[61] 龙小凤. 生态农产品参与式保障体系 (PGS)[D]. 南宁: 广西大学, 2016.

[62] 石嫣. 全球范围的社区支持农业 (CGS)[J]. 中国农业信息, 2013(13): 35-38.

[63] 王松良. 协同发展生态农业与社区支持农业促进乡村振兴[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(2): 212-217.

[64] 政府间气候变化专门委员会 (IPCC). 全球升温 1.5 °C 特别报告[R]. 日内瓦: IPCC, 2019.

[65] 世界自然保护联盟 (IUCN). IUCN 基于自然的解决方案全球标准使用指南[M]. 格兰德: IUCN, 2020.



骆世明, 教授, 1995—2006 年任华南农业大学校长, 曾担任中国农学会副会长, 中国生态学会副会长, 世界化感协会执行副主席, 亚洲化感协会第一届主席, 《华南农业大学学报》第五届编辑委员会主任委员兼主编等。2007 年荣获教育部授予的“第三届高等学校教学名师”称号, 2019 年荣获“第一届中国生态学会突出贡献奖”。

长期从事农业生态学与生态农业的科研、教学和推广工作, 主要研究方向为农业生态系统结构与功能、生态农业的模式与技术体系、植物化感与诱导抗性、稻田生态系统模拟等。主编的《农业生态学》曾多次被评为全国农业高等院校优秀教材。2002 和 2017 年 2 次荣获国家科技进步二等奖。自 20 世纪 80 年代以来, 多次参与我国生态农业试点指导工作; 2018 年受联合国粮农组织邀请在国际生态农业研讨会上做大会发言嘉宾; 2020 年受聘欧盟生态农业项目 (AGROMIX) 国际顾问; 2021 年被聘为全球环境基金 (GEF) “面向可持续发展的中国农业生态系统创新性转型”项目专家。