



中国有机农业发展:贡献与启示

孟凡乔

引用本文:

孟凡乔. 中国有机农业发展:贡献与启示[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(2): 198–205.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.180603>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

中国南方农业生态系统可持续发展面临的问题及对策

Problems and countermeasures of sustainable development of agricultural ecosystem in Southern China

中国生态农业学报. 2017, 25(1): 13–18 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.160658>

乡村振兴视角下中国生态农业发展分析

Analysis of eco-agriculture construction based on rural revitalization in China

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(2): 163–168 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.181009>

农业生态效率研究进展分析

Review of methodology and application of agricultural eco-efficiency

中国生态农业学报. 2017, 25(9): 1371–1380 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.170163>

东北旱作区农业生态系统协同发展与权衡分析

Synergies and trade-offs of agro-ecosystem in dry-farming areas in Northeast China

中国生态农业学报. 2018, 26(6): 892–902 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.170903>

农地流转对农业生态系统的影响

Impact of farmland transfer on agro-ecosystem

中国生态农业学报. 2016(3): 335–344 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.151002>

DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.180603

孟凡乔. 中国有机农业发展: 贡献与启示[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(2): 198–205
MENG F Q. Organic agriculture development in China: Challenges and implications[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2019, 27(2): 198–205

中国有机农业发展: 贡献与启示*

孟凡乔

(中国农业大学资源与环境学院有机农业与生物多样性北京市重点实验室/农田土壤污染防控与修复北京市重点实验室
100193 北京)

摘要: 改革开放 40 年以来, 中国农业和农村经济取得了令人瞩目的成就。当前, 农业和农村发展正从数量型向质量和数量型并重的模式转变, 需要对农业发展模式 and 措施进一步优化, 其中有机农业近年来得到较快发展。到 2016 年底, 中国有机农业耕地面积(180 万 hm^2) 约占全国耕地面积的 1.5%, 有机产值和销售额分别达 1 323 亿元和 450.6 亿元。有机农业发展, 具有显著的环境、经济和社会效益, 特别是在促进物质循环利用、发挥农业生态系统内生能力、加强生产者与消费者互动、振兴乡村经济、创造宜居环境等方面能够发挥重要作用。有机农业也面临着无法充分保障氮素供应以及适度规模化困难等挑战, 需要在发展中考虑和关注。政府应制定和实施相应政策, 采取生态补偿等具体措施, 引导有机农业合理、有序发展。此外, 发展有机农业更重要的意义在于对常规农业进行生态化改造, 将有机农业理念、原则和技术在常规农业中推广应用, 促进中国农业的健康和可持续发展。

关键词: 有机农业; 常规农业; 农业生态系统; 氮; 产量; 环境

中图分类号: S345 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-6237(2019)02-0198-08

Organic agriculture development in China: Challenges and implications*

MENG Fanqiao

(Beijing Key Laboratory of Biodiversity and Organic Farming, College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University / Beijing Key Laboratory of Farmland Soil Pollution Prevention and Remediation, Beijing 100193, China)

Abstract: Over the past 4 decades after the reform and opening up policy in 1978, rural and agricultural development in China has been highly successful. Currently, rural and agricultural development in China has switched from quantitative goal to dual quantitative and qualitative goals, which sought for the optimization of modes and practices of agricultural development, and organic agriculture is an alternative approach. By the end of 2016, organically managed farmland was 1.8 million hm^2 , accounting 1.5% of total farmland in China. The production and sales values of organic agriculture were respectively 132.3 billion and 45.06 billion RMB. Organic agriculture has significant environmental, economic and social benefits, especially for nutrient recycles, empowerment of inner capacity of agro-ecosystem, enhancement of communication between farmers and consumers, revitalization of rural economy and creation of harmonious living environment. However, organic agriculture has also faced challenges of limited supply of nitrogen for crop production and difficulties for large-scale extension; all of which need to be fully addressed during the dissemination of organic agriculture. There is the need to develop and implement policies by the government (including ecological compensation) to guide the rational development of organic farming. Besides direct benefits, the most important implications and significances of or-

* “十三五”国家重点研发计划项目(2016YFD0201204)和“十二五”国家科技支撑计划项目(2014BAK19B05)资助

孟凡乔, 主要研究方向为农业生态系统碳氮循环。E-mail: mengfq@cau.edu.cn

收稿日期: 2018-06-28 接受日期: 2018-07-30

* This study was funded by the National Key Research and Development Program of China (2016YFD0201204) and the National Key Technologies R&D Program of China (2014BAK19B05).

Corresponding author, MENG Fanqiao, E-mail: mengfq@cau.edu.cn

Received Jun. 28, 2018; accepted Jul. 30, 2018

ganic agriculture are ecological intensification of conventional farming and introduction of principles, concepts and technologies of organic farming into conventional farming. This will help to promote healthy and sustainable rural and agricultural development in China.

Keywords: Organic agriculture; Conventional agriculture; Agro-ecosystem; Nitrogen; Yield; Environment

20 世纪 90 年代以来, 由出口拉动的有机农业 (organic agriculture/farming) 开始在我国兴起, 目前已经在标准制定、管理机构、产业发展、政策扶持等方面构建了较完备的体系, 对于有机农业相关议题的思考和讨论不断深化和扩大, 人们对有机农业的效益、作用和定位等进行了激烈辩论。笔者自 1991 年起参加绿色食品标准制定, 一直参与和见证了我国有机农业的发展, 包括绿色食品标准与国际有机农业标准比较、中国有机标准和法规制定、与欧盟有机标准互认谈判、联合国国际农发基金(IFAD)和亚洲开发银行(ADB)等在华农业项目有机农业板块设计、国家科技支撑计划有机农业项目研究等, 对大部分欧盟国家、美国、韩国、印度、尼日利亚以及国内很多有机农业基地进行了调研, 对我国有机农业发展过程中取得的经验和教训感受颇深。本文尝试对我国有机农业发展定位、技术等相关问题进行深入思考, 以期对我国农业和农村发展提供借鉴和支持。

1 国内外有机农业发展现状

1.1 世界有机农业发展

到 2016 年底, 全球有机农业土地面积为 5 780 万 hm^2 , 面积较大的国家包括澳大利亚(2 710 万 hm^2)、阿根廷(300 万 hm^2)^[1]。有机农业土地占全球农业用地 1.2%, 其中欧盟国家为 6.7%。2016 年, 全球有机食品销售额达 900 亿美元, 其中美国、德国和法国分别为 389 亿欧元、97 亿欧元和 67 亿欧元, 欧盟国家有机食品销售额每年增长 12%。

1991 年, 欧盟在世界上首先制定了政府主导的有机农业标准/法规, 组建了相应的监管体系。由于成员国数量多, 各成员国家和地区自然条件和社会状况差异较大, 欧盟境内各成员国、私人标准和有机标识种类繁多, 对有机产品贸易造成了一定障碍。为此, 欧盟委员会于 2013 年提出对有机农业标准/法规进行重大改革。2018 年 4 月, 欧盟理事会和议会就新的有机标准/法规进行了表决。目前在起草和制定实施细则, 新法规预计于 2021 年 1 月 1 日生效。与 2007 年版本比较, 欧盟新有机农业标准/法规的主要变化包括: 1) 强调有机农业基于土壤, 无土栽培不能被认证; 2) 重视动物福利, 在有机农业中禁止

动物剪尾、断喙等; 3) 强调有机农业现场检查应基于风险评估, 比如连续 3 年现场检查通过的有机基地, 以后可以每 2 年检查一次; 4) 强化有机产品进口的质量控制, 从原来 64 个有机标准统一为 1 个有机标准, 以前的标准等同性认可将取消; 5) 对于中小农业企业, 实行组织化认证, 降低认证成本^[1-2]。

从 2000 年开始, 美国、日本等发达国家以及印度等发展中国家, 也逐步完成了有机农业标准/法规的制定。到 2017 年底, 已有 87 个国家制订了有机标准, 18 个国家正在起草法案^[1]。就政府监管体制而言, 欧盟、美国和日本等大部分国家/地区都是农业主管部门负责标准和政策的制定和实施, 并对认证机构进行认可监管。

欧盟国家一直对有机农业采取支持政策。2017 年 2 月, 2020 年后欧盟共同农业政策(CAP)未来方向的讨论正式启动, 总的发展态势将是规范有机农业标准/法规和市场标识, 对有机农业继续扶持, 并于 2021 年启动第 9 期欧盟研究与创新框架计划(FP9), 将有机农业发展纳入“联合国可持续发展目标(SDG)”框架计划。美国、日本等发达国家和发展中国家结合本国实际情况, 采取相对中立和市场化导向的政策, 比如美国有机农业法规(NOP)对小型的有机农业企业就采取免于认证的政策^[3], 这也是造成目前欧盟有机农业土地占总土地面积较高(6.7%), 而美国等大部分国家这一比例仅在 1%左右的主要原因。韩国、日本等属于人口多、资源约束型国家, 大力扶持介于常规农业和有机农业之间的环保型农业, 有机农业更多成为保护乡村文化技术、促进城乡融合的重要手段。受品种、肥料等农业技术和投入水平的限制, 大部分非洲国家农业仍然相当于有机农业或者低投入农业, 他们面临的问题主要是如何提高农业单产^[1]。

非政府组织如国际有机农业运动联盟(IFOAM), 一直在全球范围内倡导和鼓励农民发展有机农业, 发展思路也不断完善, 甚至把公平贸易等内容也纳入其中。在有机产品的认证和认定方面, 虽然政府主导的第三方机构认证占主要比例, 近年来, 参与式保障体系(PGS)正在成为第三方认证的重要补充, 对于有机农业的当地化发展和帮助小农户具有推动作用^[4-5]。

1.2 中国有机农业发展

到 2016 年底,共有 10 106 家生产企业获得中国标准的有机认证(证书 15 625 张),涉及 1 198 家企业、1 037 个生产基地和 698 家加工厂。有机植物生产土地面积共 261.3 万 hm^2 ,包括有机耕地 180.1 万 hm^2 和野生采集 81.2 万 hm^2 ,有机农产品产量 1 053.8 万 t、野生采集产量 34.6 万 t。按照 1.2 亿 hm^2 的耕地面积计算,我国有机作物耕地面积比例约为 1.5%。2016 年,获得有机认证的有机家畜、家畜,即羊、牛、猪、鸡分别为 715 万只、162 万头、26.5 万头和 337.1 万羽。2016 年有机农业产值为 1 323 亿元,包括加工产品 862 亿元、水果和坚果 110 亿元、谷物 97 亿元和蔬菜 56 亿元等^[6]。

2016 年,中国有机产品销售额为 450.6 亿元,其中有机加工产品为 413.6 亿元,其余为植物类、水产品 and 畜禽等未加工产品,全年有机产品出口额为 12.6 亿美元。有机产品出口市场主要是欧盟(6.2 亿美元)、日本等亚洲国家(4.3 亿美元)和美国等北美市场(2.1 亿美元)等,涉及产品主要是劳动密集型产品如蔬菜、水果和茶叶,以及特色类农产品如杂粮、杂豆、中药材等。2016 年,对 129 批次的有机产品检测表明,有机产品合格率为 97.7%,有 3 批次有机产品检测不合格,不合格的原因主要是 1 个批次茶叶中检测出联苯菊酯、甲氰菊酯等,1 个批次玉米汁检测出转基因成分,以及 1 批次白菜检出多菌灵^[6]。

整体上,我国已经完成了有机标准和法规体系制定、认证机构认证、行政主管部门和认可机构对认证机构及获证企业监管的组织框架。近年来,中央政府相关部门出台一系列政策,鼓励将有机农业纳入到国民经济和社会发展规划中。结合各自的自然条件和社会、经济发展状况,各地政府采取财政补贴、生态补偿、技术服务、科技研发、宣传推广等手段和措施,支持有机农业的发展。

2 有机农业的效益与面临的挑战

自 20 世纪初的生物动力学农业(biodynamic agriculture)开始,有机农业就在全球范围内不断发展。经过长期的实践和研究总结,人们对于有机农业的效益、优势、劣势以及自身的问题已经形成了较为全面的共识。

2.1 有机农业的环境、经济和社会效益

2.1.1 物质投入

有机农业生产过程中不允许使用化学合成的肥料、农药、兽药、食品添加剂等^[3]。有机农业生产

使用矿质肥料、粪便和秸秆等,补充由于农产品收获带走的养分,特别是氮、磷、钾和微量元素。由于化学肥料养分含量较高,有机农业养分特别是氮投入量远低于常规农业,这是造成有机农业产量低于常规农业的主要原因。极端情况下,高量有机肥投入的养分数量可以与常规农业相当甚至更高,其作物产量可以高于常规农业^[7],但这种情形相当于把其他农业系统的有机肥或者生物固氮形成的氮肥投入到本农业系统内,这在生产实践中是没有推广价值的。有机农业生产中不使用化学农药,使用矿质或其他生物农药,可以降低对环境的农药污染。

2.1.2 能源投入

由于田间生产活动类似,有机和常规农业的能源投入(包括石油、电能等)是相近的^[8]。考虑到上文所说的常规农业化学肥料和农药投入较多^[9-10],消耗能源更多,而有机农业中人工能源投入更多^[11],大部分研究认为,有机农业和常规农业的总能源投入是相当的^[8,12]。

2.1.3 固碳减排

与常规农业相比,由于有机肥等有机物料投入量更高,一般认为有机农业可以提高土壤有机质(3%~23%)^[12],年固碳速率为 0.45 $\text{t(C)}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ^[13]。然而很多研究发现,固碳效率,即投入单位数量有机物料所增加的土壤有机质,有机农业和常规农业是相近的^[13-14]。更重要的是,投入到有机农业体系的有机肥,如果用于常规农业体系,同样会提高土壤有机质,在农业固碳核算中,这种固碳并不是真正意义上的固碳。因为在农业生产中,只有不可替代情形下发生的土壤碳增加,才算作真正意义上的固碳,比如把耕地转换为森林^[15-16]。尽管如此,考虑到常规农业生产中很少投入有机肥,有机肥和秸秆经常被当作废弃物扔掉或者处置^[17],有机农业的固碳效益还是值得肯定的。

与固碳不同,由于有机肥 CH_4 排放数量大,转化生成的 N_2O 数量可以与常规农业相当,因此绝大多数研究认为,有机农业并不能够降低温室气体排放^[12,18],甚至有研究得出相反结论^[19]。考虑到当前我国常规农业氮肥投入水平很高^[20],有机肥和化肥的温室气体排放系数相当,因此常规农业温室气体排放数量一般高于有机农业^[10]。

2.1.4 生物多样性

在诸多环境影响中,有机农业可促进生物多样性的增加^[21-24],这有利于维持农业生态系统的生物平衡、降低害虫发生频次、促进土壤养分释放以及

增加生态服务价值^[25-26]。

2.1.5 水体污染

有机农业氮素投入一般低于常规农业, 因此硝酸盐流失(runoff)和淋溶(leaching)量一般低于常规农业^[27-28], 降低幅度为 $10\sim 30 \text{ kg(N)}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ^[29-30], 这对于改善地表和地下水体质量具有重要意义。

2.1.6 人群健康

与常规农业相比, 有机农业禁止使用化学合成物质(特别是农药和兽药), 有机农产品和环境中的农药和兽药残留一般低于常规农业^[31-32], 有机产品在人群健康方面的优势还是获得普遍认可的^[33]。

2.1.7 作物产量

由于自然条件和生产措施各异, 有机农业产量低于常规农业的幅度为 $15\%\sim 50\%$ ^[34-35]。需要指出的是, 这些研究没有追究养分特别是氮素来源。在一定的系统边界内, 与常规农业使用化学合成氮肥相比, 有机农业主要依靠固氮作物提供较低水平的氮素, 单位面积的作物产量远低于常规农业^[36-37]。

2.1.8 有机产品的质量和安全

这是一个消费者特别关注、研究人员争议很大的技术问题。由于有机生产中氮肥投入远低于常规农业, 有机产品的蛋白质含量一般低于常规产品^[38], 当然, 蛋白含量高反而会降低小麦面包的烘焙质量。对于其他营养元素(磷和钙、镁等微量元素), 大部分研究认为, 有机产品的含量高于常规作物, 这和有机生产中有有机肥投入远高于常规农业有关^[39]。有机产品在营养和安全方面的优势, 更多表现在农药残留低^[40]、抗氧化和次生抗性物质含量高^[40-41], 但两类产品的致病微生物含量没有显著差异^[42], 也有科学家认为有机农产品的营养和安全优势仍需要更多研究^[38,42]。欧盟、美国和日本等发达国家现代农业技术发达, 常规农业生产中农药等使用很规范, 能确保农产品农药残留控制在较低水平, 因此美国农业部(USDA)颁布有机生产标准/法规时, 就强调不能宣传有机农业比常规产品农药残留低、更安全。在很多发展中国家, 农业生产技术、管理尚待规范和完善, 农药等不规范使用现象还经常发生, 有机农产品的安全优势会更明显。此外, 消费方式和文化理念对农产品的质量评估也影响较大, 比如很多亚洲人坚持认为, 生产周期长的有机动物产品, 其风味质量比常规产品更好。

2.1.9 经济效益

农业经济效益, 取决于投入和产出。研究表明, 如果有机产品溢价(price premium)为零, 有机农业

的效益/成本比($-8\%\sim -7\%$)和产值($-27\%\sim -23\%$)都显著低于常规农业。如果有机产品能够按溢价进行销售, 则效益/成本比和产值分别比常规农业高 $20\%\sim 24\%$ 和 $22\%\sim 35\%$ 。在溢价 $5\%\sim 7\%$ 情况下, 有机农业和常规农业的经济效益可以持平^[11]。需要指出的是, 该经济分析并没有考虑到有机农业的生态环境服务价值, 我们团队对 2013 年中国有机农业的估算表明, 有机农业的环境效益保守估计为 $1\ 659 \text{ 元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[10], 如果将这部分效益以及对人群健康效益计算在内, 有机农业综合经济效益则远高于常规农业。

2.1.10 社会效益

有机农业的社会效益, 主要表现在支持社区发展、加强生产者和消费者互动、增加农民就业、降低农民对农药和其他化学品的暴露水平和保护妇女利益等, 在发展中国家更为明显^[9,43]。在美国和欧盟等国家, 大部分城市都有星期日集市, 主要销售当地生产的有机农产品, 成为农民和消费者沟通和增加信任的好场所。近年来, 北京、上海和广州等地涌现的有机农夫市集, 也产生了类似的积极作用。有机农业生产中关注动物福利, 目前正在修订的欧盟新有机农业标准对于动物圈舍、禁止虐待动物等方面又进一步严格要求^[2], 这对国内动物养殖的健康发展具有重要借鉴。

2.2 有机农业面临的挑战

做为一名多年从事有机农业研究和推广的科技工作者, 经常思考的问题是: 现代有机农业在环境、经济和社会效益方面, 有那么多优势, 为什么经历了几十年甚至上百年的发展, 其发展规模仍远远低于常规农业? 即便是在发展势头较好的欧洲, 目前有机农业耕地比例也不到 7% , 这就需要对有机农业进行更全面、准确的分析, 从全球农业和社会发展的维度, 辨识有机农业面临的挑战。

2.2.1 有机农业生产中的氮素供应及作物产量

农业生产中, 氮是限制作物产量的主要营养元素。1908 年德国发明的现代合成氨工艺, 使欧洲农业生产水平快速提高, 对我国建国以来粮食产量的提高做出了主要贡献。有机农业生产中, 一方面需要种植豆科作物为非豆科作物提供氮素, 另一方面豆科作物固氮水平(如大豆 $60\sim 300 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)远低于当前常规农业的施氮量(如华北平原每年两季作物施氮肥 $400\sim 600 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[20])。因此, 全国或全球范围内, 如果完全依靠生物固氮, 有机农业的粮食作物产量降低将远远高于一般认为的 20% ^[34-36], 至于有人建议减少动物食品消费, 降低对于氮肥的依赖,

是另外一个社会问题^[37]。高量使用有机肥,虽然可以达到与常规农业持平的粮食产量,绝大多数情况下,这部分有机肥的氮最终还是来自化学合成。Oelofse 等^[7]的调查表明,当前我国很多地区有机农业的集约化程度高于欧美,主要依赖农场外的氮肥,特别是化学合成氮,这和有机农业的基本定义相悖,已引起欧美等国家的关注。

2.2.2 土地资源利用

对于有机和常规农业的环境和经济效益评估,有两类计算基础,即单位面积土地和单位数量农产品^[12,24]。食物生产是农业最主要和最重要的生态服务功能,对于中国这样一个人口大国,虽然可以进口粮食从而间接保护生态环境,但粮食进口不能无限增长。随着中国经济发展对于土地需求的增加,用于农业生产的土地资源不断减少^[44],增加粮食产量和提高土地利用效率,是当前农业生产面临的重大挑战,更是有机农业要解决的重大技术难题。

2.2.3 有机农业如何推广和规模化

与常规农业相比,有机农业强调整体思想(holistic approach)和应用生态学基本原理,通过种植业和养殖业循环整合,实现物质和能量高效利用和降低环境污染等目标,这与规模化、机械化等有一定冲突。比如增加物种多样性,可以有效降低有机农业病虫害,但给生产、收获乃至销售带来了较多困难。种植和养殖业循环,往往和地方土地利用规划、动物防疫等产生冲突,这对于规模经济中的高效率产生了一定影响。

2.2.4 有机农业效益的全面和准确评估

尽管对有机农业进行了长期研究,当前的研究方法和手段仍然无法全面和准确评估有机农业效益,特别是生态和环境效益^[45],影响有机农业的发展。绝大多数情况下,有机农业的外部性(即保护生态环境)并没有体现在产品定价和政策中,即便有机农业比较发达的欧盟,对有机农业的扶持政策也是有限的^[46-47]。我国各地对有机农业有很多支持政策,由于决策依据不够准确和充分,这些支持也大多限于认证费用减免和生产资料补贴^[48]。

3 对我国现代农业发展的启示

改革开放 40 年以来,我国农业和农村发展取得了巨大成就,然而仍然面临很多困难。在振兴乡村经济、实现产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效和生活富裕的总目标过程中,发展有机农业是一个重要举措,对于提升我国现代农业发展质量更

是具有重要的现实意义。

3.1 有机农业的政策扶持

当前我国农业和农村发展已经进入了质量和效益并重的阶段。近年来,在供给侧结构性改革、乡村振兴战略、生态文明建设、乡村旅游、食品安全提升乃至扶贫工作中,有机农业不断成为重要的手段和措施,这与有机农业的原则及关键技术密切相关,比如尊重和保护劳动者权益、保护生物多样性、尽可能使用可再生能源和可降解材料、保护动物福利以及公平贸易等。各地应在全面、准确和科学合理分析评估的前提下,实时提出有机农业的发展目标,在财政、人力、技术等措施和资源层面出台相应因地制宜、实时实地的政策。

3.2 促进有机农业的科技研发和人才培养

现代有机农业,不是简单的不使用化肥农药,更不是原始农业的回归,而是根据生态学原理和系统整体理论,采用种植、养殖和加工以及交叉学科技术,最大程度地实现资源高效利用、降低和消除环境污染等目标,如间套作技术^[49]、化肥施用风险评估技术等^[50]。遗憾的是,十三五国家研发计划项目中并没有有机农业的相关内容,而即便对有机农业持中立政策的美国每年也有 5 000 万美元的科研经费。大专院校和职业技术教育体系中,也应设立有机农业方向或者专业,面向生产第一线,培养动手能力强的有机农业人才。

3.3 常规农业的生态集约化

在相当长的一段历史时期内,保证足够数量的农产品供应仍然是我国现代农业发展的主要目标,化肥、农药、灌溉和机械等生产资料和技术应用仍然是保证农业生产的重要措施。在农业生产力不显著下降的前提下,有机农业可以对降低农业的生态环境污染发挥重要作用。这里所说的重要作用,不是要把绝大多数耕地都转变为有机生产,而是采用有机农业的理念和技术,对常规农业进行生态化改造,即生态集约化^[51]。实际上,欧美日等农业发达国家和地区早就意识到这个问题,生态集约化的理念已经被广为接受^[51]。有机农业重点关注的种养结合、有机物料(有机肥和秸秆等)循环、种植豆科作物、生物防治、土地合理休闲、地表覆盖(mulching)和鼓励使用可再生能源和可降解材料等,都值得在常规农业中大力推广和应用。

3.4 常规农业的种养结合

当前,我国集约化常规农业生产中,种植业和养殖业专业经营程度高、隔离生产,造成肥料利用

率低、有机废弃物污染严重的双输局面。在常规农业中应重点推广种养结合模式和技术,这也是有机农业的主要要求,如欧盟有机农业法规不允许种植业和养殖业分离,要求种植生产尽可能使用农场自身的秸秆和畜禽粪便,消纳养殖业粪便的种植耕地,有机肥用量应低于 $170 \text{ kg(N)}\cdot\text{hm}^{-2}$,防止对环境的二次污染^[50]。目前,我国各地推广的秸秆还田、有机肥替代化肥等技术,已经产生了显著效益:山东桓台县在过去 30 年间,主要通过秸秆还田技术,将全县耕地土壤有机碳库提高了 59%,这些碳库增加量可以抵消该县每年由于氮肥使用直接排放的温室气体^[52]。

3.5 农业生产中的氮素优化管理

氮素管理始终是现代农业的核心问题。一方面,现代农业生产中氮肥对于粮食增产做出了巨大贡献,另一方面氮肥施用过量,已经引起了土壤酸化和严重的生态环境问题^[20,53]。对中国有机农业的研究也表明,其生态环境效益大部分(84%)与氮素相关,如降低硝酸盐污染和温室气体排放等^[10,12]。常规农业生产中,在种养结合和有机废弃物循环利用的基础上,应特别注重有机无机肥配施、平衡施肥和深层测土施肥、作物诊断等技术的推广应用,在保证作物适度高产的基础上,大幅度减少化学氮肥数量,降低氮素对农业生态环境的污染。

综上所述,中国农业和农村发展正从数量型向质量和数量型并重的模式转变,必须采取各种有效措施,在维持一定产量和农产品总量供给的基础上,提高土地和水肥资源利用效率,大幅度降低污染排放和对生态环境要素的破坏。有机农业,作为一种可持续的农业方式,应该在这个过程中发挥重大作用,特别是在提高物质循环利用效率、发挥农业生态系统内生能力、加强生产者与消费者互动与沟通、振兴乡村经济、创造宜居环境等方面,具有重要的引领和示范意义。当然,有机农业也面临氮素供应无法充分保障以及与适度规模化之间冲突等挑战。政府应制定和实施相应的政策,采取生态补偿等具体措施,引导有机农业的合理、有序发展,对常规农业实施生态集约化改造,以实现振兴乡村、消除贫困和生态文明建设的战略目标。

参考文献 References

[1] HELGA W, LERNOUD J. The World of Organic Agriculture. Statistics & Emerging Trends 2018[M]. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM-Organics International, 2018

- [2] European Commission. The new organic regulation[EB/OL]. (2017-11-20)[2018-06-22]. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-4686_en.htm
- [3] 乔玉辉, 王茂华. 全球背景下的有机产品贸易合作与法律法规比较[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2017
- QIAO Y H, WANG M H. Comparison of organic products trade cooperation and legislative system under globalization[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2017
- [4] IFOAM. The IFOAM NORMS for Organic Production and Processing[R]. Germany: FAO, 2014
- [5] IFOAM. Organic basics[EB/OL]. [2018-06-20]. <https://www.ifoam.bio/en/our-library/organic-basics>
- [6] 国家认证认可监督管理委员会, 中国农业大学. 中国有机产品认证与有机产业发展—2017[M]. 北京: 中国质检出版社, 2018
- China National Certification and Accreditation administration, China Agricultural University. The development of organic certification and organic agriculture in China-2017[M]. Beijing: China Standardization Press, 2018
- [7] OELOFSE M, HØGH-JENSEN H, ABREU LS, et al. A comparative study of farm nutrient budgets and nutrient flows of certified organic and non-organic farms in China, Brazil and Egypt[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2010, 87(3): 455–470
- [8] HALBERG N. Energy use and green house gas emission in organic agriculture[C]//International Conference Organic Agriculture and Climate Change. Enita of Clermont, France: Colloque International Agriculture Biologique et Changement Climatique, 2008
- [9] MACRAE R J, FRICK B, MARTIN R C. Economic and social impacts of organic production systems[J]. Canadian Journal of Plant Science, 2007, 87(5): 1037–1044
- [10] MENG F Q, QIAO Y H, WU W L, et al. Environmental impacts and production performances of organic agriculture in China: A monetary valuation[J]. Journal of Environmental Management, 2017, 188: 49–57
- [11] CROWDER D W, REGANOLD J P. Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2015, 112(24): 7611–7616
- [12] TUOMISTO H L, HODGE I D, RIORDAN P, et al. Does organic farming reduce environmental impacts? — A meta-analysis of European research[J]. Journal of Environmental Management, 2012, 112: 309–320
- [13] GATTINGER A, MULLER A, HAENI M, et al. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, 109(44): 18226–18231
- [14] LEIFELD J, FUHRER J. Organic farming and soil carbon sequestration: What do we really know about the benefits?[J]. Ambio, 2010, 39(8): 585–599
- [15] POWLSON D S, WHITMORE A P, GOULDING K W T. Soil carbon sequestration to mitigate climate change: A critical re-examination to identify the true and the false[J]. European Journal of Soil Science, 2011, 62(1): 42–55

- [16] STOCKER T F, QIN D, PLATTNER G K, et al. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[R]. Cambridge, New York: IPCC, 2013: 710–716
- [17] LIU H, JIANG G M, ZHUANG H Y, et al. Distribution, utilization structure and potential of biomass resources in rural China: With special references of crop residues[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2008, 12(5): 1402–1418
- [18] SKINNER C, GATTINGER A, MULLER A, et al. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — A global meta-analysis[J]. *Science of the Total Environment*, 2014, 468/469: 553–563
- [19] MCGEE J A. Does certified organic farming reduce greenhouse gas emissions from agricultural production?[J]. *Agriculture and Human Values*, 2015, 32(2): 255–263
- [20] JU X T, XING G X, CHEN X P, et al. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2009, 106(9): 3041–3046
- [21] 杜相革, 董民, 曲再红, 等. 有机农业和土壤生物多样性[J]. *中国农学通报*, 2004, 20(4): 80–81
DU X G, DONG M, QU Z H, et al. Organic agriculture and soil biodiversity[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2004, 20(4): 80–81
- [22] GOMIERO T, PIMENTEL D, PAOLETTI M G. Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture[J]. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2011, 30(1/2): 95–124
- [23] MONDELAERS K, AERTSENS J, VAN HUYLENBROECK G. A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming[J]. *British Food Journal*, 2009, 111(10): 1098–1119
- [24] SCHADER C, STOLZE M, GATTINGER A. Environmental performance of organic farming[M]//BOYE J I, ARCAND Y. *Green Technologies in Food Production and Processing*. Boston: Springer, 2012: 183–210
- [25] COBB D, FEBER R, HOPKINS A, et al. Integrating the environmental and economic consequences of converting to organic agriculture: Evidence from a case study[J]. *Land Use Policy*, 1999, 16(4): 207–221
- [26] SANDHU H S, WRATTEN S D, CULLEN R. The role of supporting ecosystem services in conventional and organic arable farmland[J]. *Ecological Complexity*, 2010, 7(3): 302–310
- [27] HANSEN B, KRISTENSEN E S, GRANT R, et al. Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems — A systems modelling approach[J]. *European Journal of Agronomy*, 2000, 13(1): 65–82
- [28] MENG F Q, OLESEN J E, SUN X P, et al. Inorganic nitrogen leaching from organic and conventional rice production on a newly claimed calcicustoll in central Asia[J]. *PLoS One*, 2014, 9(5): e98138
- [29] TORSTENSSON G, ARONSSON H, BERGSTRÖM L. Nutrient use efficiencies and leaching of organic and conventional cropping systems in Sweden[J]. *Agronomy Journal*, 2006, 98(3): 603–615
- [30] BERGSTRÖM L, KIRCHMANN H, ARONSSON H, et al. Use efficiency and leaching of nutrients in organic and conventional cropping systems in Sweden[M]//KIRCHMANN H, BERGSTRÖM L. *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2008: 143–159
- [31] BAKER B P, BENBROOK C M, GROTH E, et al. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: Insights from three US data sets[J]. *Food Additives & Contaminants*, 2002, 19(5): 427–446
- [32] CURL C L, FENSKE R A, ELGETHUN K. Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets[J]. *Environmental Health Perspectives*, 2003, 111(3): 377–382
- [33] PUSSEMIER L, LARONDELLE Y, VAN PETEGHEM C, et al. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: a tentative comparison under Belgian conditions[J]. *Food Control*, 2006, 17(1): 14–21
- [34] KIRCHMANN H, BERGSTRÖM L, KÄTTERER T, et al. Can organic crop production feed the world?[M]//KIRCHMAN H, BERGSTRÖM L. *Organic Crop Production — Ambitions and Limitations*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2008: 39–72
- [35] SEUFERT V, RAMANKUTTY N, FOLEY J A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture[J]. *Nature*, 2012, 485(7397): 229–232
- [36] DE PONTI T, RIJK B, VAN ITTERSUM M K. The crop yield gap between organic and conventional agriculture[J]. *Agricultural Systems*, 2012, 108: 1–9
- [37] EMILY S C, PAUL C W, JAMES S G, et al. Redefining agricultural yields: From tonnes to people nourished per hectare[J]. *Environmental Research Letters*, 2013, 8(3): 034015
- [38] DANGOUR A D, DODHIA S K, HAYTER A, et al. Nutritional quality of organic foods: A systematic review[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2009, 90(3): 680–685
- [39] HUNTER D, FOSTER M, MCARTHUR J O, et al. Evaluation of the micronutrient composition of plant foods produced by organic and conventional agricultural methods[J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2011, 51(6): 571–582
- [40] BARAŃSKI M, ŚREDNICKA-TOBER D, VOLAKAKIS N, et al. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: A systematic literature review and meta-analyses[J]. *British Journal of Nutrition*, 2014, 112(5): 794–811
- [41] BRANDT K, LEIFERT C, SANDERSON R, et al. Agroecosystem management and nutritional quality of plant foods: The case of organic fruits and vegetables[J]. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2011, 30(1/2): 177–197
- [42] SMITH-SPANGLER C, BRANDEAU M L, HUNTER G E, et al. Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives?: A systematic review[J]. *Annals of Internal Medicine*

- cine, 2012, 157(5): 348–366
- [43] GRUÈRE G, NAGARAJAN L, KING E D I O. The role of collective action in the marketing of underutilized plant species: Lessons from a case study on minor millets in South India[J]. *Food Policy*, 2009, 34(1): 39–45
- [44] 自然资源部. 国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的 通知 [EB/OL]. (2018-02-13) [2018-06-18]. http://f.mlr.gov.cn/201803/t20180323_1766137.html
Ministry of Natural Resources. The notice of the overall implementation of special protection for the permanent basic farmland in China[EB/OL]. (2018-02-13) [2018-06-18]. http://f.mlr.gov.cn/201803/t20180323_1766137.html
- [45] REGANOLD J P, WACHTER J M. Organic agriculture in the twenty-first century[J]. *Nature Plants*, 2016, 2: 15221
- [46] SCHWARZ G, NIEBERG H, SANDERS J. Organic Farming Support Payments in the EU[M]. D-Hamburg: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2010
- [47] Directorate-general for agriculture and rural development. An analysis of the EU organic sector[EB/OL]. (2010-10) [2018-06-01]. http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/more-reports/pdf/organic_2010_en.pdf
- [48] SCOTT S, SI Z Z, SCHUMILAS T, et al. Contradictions in state- and civil society-driven developments in China's ecological agriculture sector[J]. *Food Policy*, 2014, 45: 158–166
- [49] LI B, LI Y Y, WY H M, et al. Root exudates drive interspecific facilitation by enhancing nodulation and N₂ fixation[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2016, 113(23): 6496–6501
- [50] 乔玉辉, 孟凡乔, 李花粉, 等. 有机产品认证风险评估关键技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2017
Qiao Y H, Meng F Q, Li H F, et al. Key techniques of risk analysis in organic product certification[M]. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 2017
- [51] BOMMARCO R, KLEIJN D, POTTS S G. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2013, 28(4): 230–238
- [52] LIAO Y, WU W L, MENG F Q, et al. Increase in soil organic carbon by agricultural intensification in northern China[J]. *Biogeosciences*, 2015, 12(5): 1403–1413
- [53] STEFFEN W, RICHARDSON K, ROCKSTRÖM J, et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet[J]. *Science*, 2015, 347(6223): 1259855