



陈源泉,高旺盛.国内外有机农业发展趋势与战略对策思考[J].中国农业大学学报,2024,29(6):1-7.
CHEN Yuanquan,GAO Wangsheng. Development trends and strategic countermeasures of organic agriculture[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024,29(6):1-7.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2024.06.01

国内外有机农业发展趋势与战略对策思考

陈源泉 高旺盛*

(中国农业大学农学院,北京100193)

摘要 近年来,随着人们对环境保护、生态平衡、营养健康和食品安全的日益关注,有机农业蓬勃发展,全球有机农地面积、有机产品数量及消费等呈现持续增长的趋势。在此背景下,中国有机农业近年来也呈现良好的发展势头,有机农业产地认证面积和产品认证数量不断增加。本研究在对国内外有机农业发展趋势分析的基础上,重点对国内外有机农业的产量表现、生态效益、发展潜力和技术研究现状进行了归纳总结,提出了发展有机农业6点总体认识,并从政策体系、创新体系、市场体系、宣传推广体系建设以及业态模式创新5个方面提出了促进有机农业发展的对策建议,以期对我国有机农业高质量发展提供参考。

关键词 有机农业;发展趋势;研究进展;对策建议

中图分类号 S1 文章编号 1007-4333(2024)06-0001-07 文献标志码 A

Development trends and strategic countermeasures of organic agriculture

CHEN Yuanquan, GAO Wangsheng*

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract In recent years, organic agriculture has flourished with the increasing attention to environmental protection, ecological balance, human health and food safety. The area of global organic farmland, amount and consumption of organic production have continued to grow. In the meantime, China's organic agriculture industry has shown a good development trend, with an increasing number and area of organic food certifications in the past decade. In this study, we summarize the yield performance, ecological benefits, development potential, and technological research status of organic agriculture at home and abroad. Six overall understandings of the development of organic agriculture are proposed. Finally, several countermeasures and suggestions are proposed, including strengthen the construction of policy system, technological innovation system, market system, propagation and promotion system, and business forms innovation for organic agriculture development to provide reference for the high-quality development of organic agriculture in China.

Keywords organic agriculture; development trend; research progress; countermeasures and suggestions

有机农业,根据国际有机农业联盟(IFOAM) 2008年的定义,是一种能维护和延续土壤、生态系统 和人类健康的生产体系,其生产过程强调要遵循当地的生态节律、生物多样性和自然循环,而不依

收稿日期:2023-12-04

基金项目:云南省重大科技专项(202202AE090029)

第一作者:陈源泉(ORCID:0000-0001-6947-1319),教授,主要从事农业生态和宏观农业研究,E-mail:chenyq@cau.edu.cn

通讯作者:高旺盛(ORCID:0009-0001-9052-4339),教授,主要从事农业科技创新战略与规划研究,E-mail:gaows@cau.edu.cn

赖会带来不利影响的投入物质^①。联合国粮农组织(FAO)1999年认为,有机农业是注重依靠生物多样性、生物循环和土壤生物活动促进和加强农业生态系统健康的整体性生产管理系统,要求尽可能地使用农艺、生物和机械方法,而不是使用外来的合成材料投入^②。中国的有机农业根据GB/T 19630—2019《有机产品生产、加工、标识与管理体系要求》^[1],是一种遵照额定的生产原则,在生产中不采用基因工程获得的生物及产物,不使用化学合成的农药、化肥、生长调节剂、饲料添加剂等物质,遵循自然规律和生态学原理,协调种植业和养殖业的平衡,保持生产体系持续稳定的农业生产方式。近年来,随着人类对营养健康的需求不断上升和环境保护的意识不断增强,有机农业因其产品更加营养健康以及对生态环境更加友好而得到越来越多人的认可,呈现快速发展的趋势。但是,总体上看,目前社会各界对有机农业的认识多数还只是看到其发展数量和增长趋势,对于其“好处”认识较多,对于其科学基础原理和发展存在的“不足”等方面认识相对较少。因此,本研究拟在对国内外有机农业发展趋势和研究进展分析的基础上,总结归纳学术界对于有机农业的总体认识,探讨提出促进中国有机农业高质量发展的对策。

1 国内外有机农业发展趋势

总体上,国际有机农业发展距今已有百余年历史。自20世纪60年代以来,随着世界环境保护意识的崛起,常规现代农业过多依靠化肥、农药、燃油等化石能源投入,被认为是不可持续的发展模式,如何替代常规现代农业发展模式成为世界各国持续探索的焦点,有机农业是研究和探索的重要模式之一。中国有机农业的探索始于20世纪90年代初期^[2],但如果从更长远的角度,在化石能源使用之前,中华传统农耕文明本质上就是有机农业。1911年出版的*Farmers of Forty Centuries: Organic Farming in China, Korea, and Japan*,就是时任美国农业部土地管理局局长的Franklin Hiram King在考察、总结了数千中国传统农耕模式而写成的。1972年,英国、瑞典、南非、美国和法国5个国家的代表在法

国成立了有机农业和有机食品国际非政府组织“国际有机农业联盟”(IFOAM),2014年更名为IFOAM-Organics International (IFOAM-OI)^[3],成为推动世界有机农业发展的重要机构。

近年来,随着人们对环境保护、生态平衡、营养健康和食品安全的日益关注,有机农业呈现蓬勃发展的态势。自2000年始,瑞士有机农业研究所(FiBL)和国际有机农业联盟(IFOAM-OI)已连续24年发布了世界有机农业发展概况与趋势预测的研究报告。2023年出版的*The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2023*报告显示^[4]:2021年,全球有机农地(包括处于转换期的土地)面积已超过7 640万hm²,其中,面积最大的是大洋洲(占比47%),其次是欧洲(占比23%),拉丁美洲、亚洲、北美、非洲分别占比13%、8.5%、4.6%和3.5%;全球从事有机农业的生产者数量超过370万人,其中,49%的有机生产者在亚洲,其次是非洲(31%),欧洲和拉丁美洲各占12%和8%。近两年,欧美有不断强化发展有机农业的政策举措,例如:2021年3月25日,欧盟提出“发展有机生产行动计划”,计划到2030年有机种植农业用地增加到40万hm²,占欧盟农业用地总面积的比例达到25%(目前约为8.5%);2022年8月22日,美国宣布投资3亿美元用于有机农业转型计划,以扭转有机生产的新增农民数量不断下降的趋势。

近年来,我国有机产品认证数量和认证面积不断增加,有机农业产业呈现良好的发展态势。《中国有机产品认证与有机产业发展(2023)》报告显示^[5]:截至2022年底,中国有机作物种植面积达到420.6万hm²,比2015年增长了3.5倍;产量达到2 143.4万t,比2015年增长了2.7倍;全国有1.6万家企业获得了2.6万多张有机产品认证证书,发证数量相较于2015年增幅高达99.8%;从事有机农业的企业数量与2015年相比增长了79%;有机产品销售额达877.6亿元,连续多年位列全球第四,近5年保持年增长率8.5%,发展势头良好。

随着社会经济的发展和人们生活水平的提高以及对营养健康需求的不断增加,国内外有机农业近年来呈现良好的发展势头。但是,也要注意,这种“良好势头”只是从生产和消费的绝对数值角度

①国际有机农业联盟(IFOAM)2008年, <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>

②联合国粮农组织(FAO)1999年, <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/en>

反映的,如果从相对值看,全球有机农地面积仅占总农地面积的 1.6%^[4]。

2 国内外有机农业研究进展

从学术研究的角度,关于有机农业发表的研究文献从 20 世纪初已有报导。根据 Web of Science 数据库,以“organic agriculture”为主题词进行检索,结果显示截止 2023 年 11 月 23 日,全球已发表论文 14 万多篇。其中:20 世纪 90 年代以前,整体的学术研究热

度相对“冷清”;1990 年之后,论文发表量与之前相比呈现不断上升的趋势,尤其是近 10 来年,论文发表量快速增加,有机农业逐渐成为学术界关注的“热点”(图 1)。根据中国知网数据库,以“有机农业”为主题词进行检索,结果显示截止 2023 年底,中国的有机农业论文发表数量在 2000 年以前总体较少,发文量低于 100 篇/年;2000—2010 年,论文发表数量呈现快速增加的趋势;近 10 年来论文发表量呈现波动趋势(图 2)。

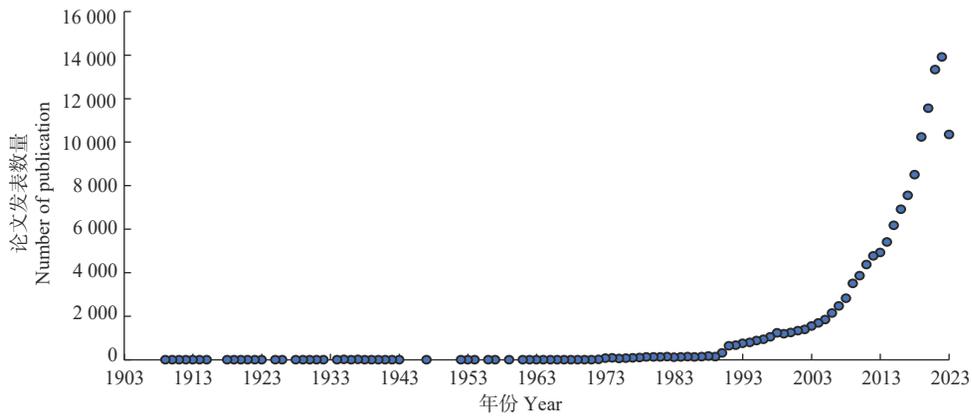


图 1 国际有机农业论文发表趋势(基于 Web of Science 数据库)

Fig.1 Trend of published papers of organic agriculture based on Web of Science

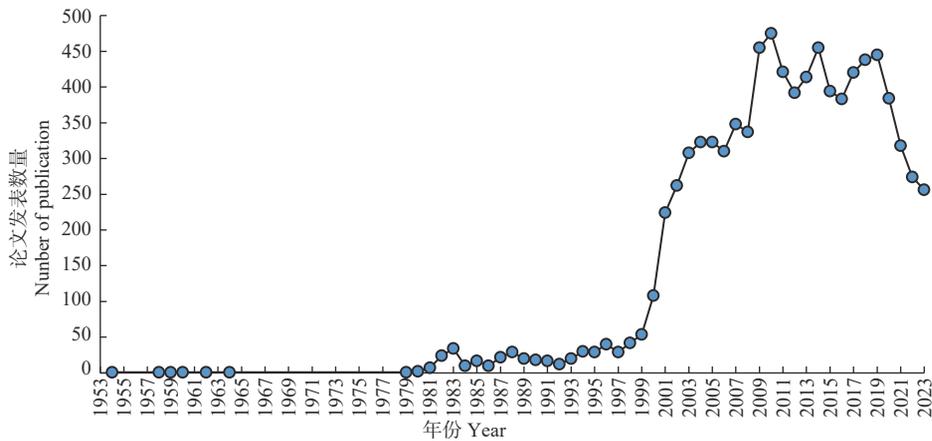


图 2 中国有机农业论文发表趋势(基于中国知网数据库)

Fig.2 Trend of published papers of organic agriculture based on CNKI

总体上,学术界关于有机农业的研究,主要集中在有机农业的产量表现以及其生态环境和社会经济效应等方面。主要研究结论与观点归纳如下:

1)关于有机农业的产量表现,目前主要存在 2 种认识:一种认为有机农业相比于常规农业产量降低,这是大多数研究者的观点。加拿大麦吉尔大学和美国明尼苏达大学综合 1979—2011 年全球 66 项

研究的结果分析表明,有机作物的产量通常低于传统作物,其范围在 5%~34%^[6];Reganold 等^[7]研究表明有机生产体系的产量平均值比常规体系低 8%~25%;Barbieri 等^[8]认为,随着全球有机农业面积的扩张,如果没有化学氮肥投入,有机农业和常规农业之间的产量差距会进一步增大。另一种认为有机农业不减产。Seufert 等^[9]认为有机管理产量

因作物类型和管理技术(作物轮换、肥料投入量等)而异,如果在良好的管理措施、特定作物类型和生长条件下,有机生产方式可以接近于传统产量;这种观点的学者也认为,改进管理技术是解决限制有机农业产量的障碍因子、缩小有机和传统产量差距的关键^[6]。

2)关于有机农业的生态效应,目前的研究普遍认为有机农业可以最大限度地减少对环境 and 生态的负面影响^[10]。有研究表明,有机农业的土壤普遍具有较高的有机碳含量,并且由于土壤结构的改善,土壤生物丰度通常可以增加40%~50%^[9];也有研究表明,大多数有机农场的单位面积和单位产量的能耗均明显低于常规农场^[11]。但也有学者从全球宏观角度提出担忧,如Gaudaré等^[12]提出,发展有机农业需要采取适当的技术措施,否则,随着有机农业的扩张,可能会引起全球土壤有机碳储量的大量减少。

3)关于有机农业的发展潜力,目前多数研究认为其发展潜力有限。Muller等^[13]指出,全球农业100%转化为有机生产是不可行的,如果全部采用有机生产,要满足世界人口的食物需求将导致全球农业土地使用的增加;Barbieri等^[8]研究表明,通过供应端(重新设计畜牧业)和需求端(降低人均热量摄入)的改革优化,可以支持全球40%~60%的农业生产向有机农业过渡。此外,发展有机农业,不仅生产环节存在产量降低的问题,产后环节也受经营者经济效益的影响。Crowder等^[14]对55种作物的全球数据集进行荟萃分析结果表明,有机农业的收益/成本比(-8%~-7%)和净现值(-27%~-23%)显著低于传统农业。综上,有机农业具有一定的发展潜力,但不是全球所有的农用地都可以发展成有机农业;有机农业不能单纯强调生态效益,还要考虑生产经营者的经济效益。

4)关于有机农业的技术研究,学术界普遍认为,加强生产环节的管理技术创新是解决有机农业产量偏低问题的关键。但是,目前关于有机农业的技术研究相对不足,并没有像常规的农业技术那样得到全面、系统地发展,一些重要的科学机理尚不清楚,导致关键技术的改进缺乏依据。如不同耕作方式、作物残留及虫害管理对有机农业产量的影响

尚不清楚^[6]。中国的有机农业技术研究情况大抵如此。根据中国知网专利数据库的查询统计,中国有机农业技术相关专利中,关于产前生产装备、有机肥料、有机农药等有机生产投入品的专利约占68%,而涉及生产环节的技术专利仅占17%,涉及加工的占9%,其他占6%。总体上,我国有机农业技术创新底子薄、基础不牢,有机农业技术创新的研究项目较少,生产技术研发尤为不足。

3 关于发展有机农业的总体认识

有机农业,需要从2个角度认识:一是从生产的角度,它是一种生态友好型、产品健康型的农业生产模式;二是从产业的角度,它是为人类提供高端营养健康产品的生产、加工、经营等全链条的经济活动。发展有机农业,需要两者兼顾,不仅要关注生产环节的产量稳定性和生态环境效益,也要关注产业发展的社会效益。

1)发展有机农业,是贯彻绿色发展理念的重要路径。当前,全球农业可持续发展面临人口增长、粮食安全、土地利用变化、气候变化、淡水资源匮乏、环境污染严重、生物多样性丧失和生态系统服务功能退化等诸多挑战。绿色发展已经上升为全球共同意识和共同责任,将成为未来10~20年全球发展竞争力的新标签。绿色低碳已经成为中国式农业现代化的重大战略。党的二十大报告指出:推动绿色发展,促进人与自然和谐共生^①。发展有机农业,是落实习近平生态文明思想及“绿水青山就是金山银山”理念的具体行动,是实现全球农业绿色转型的重要模式。面对全球粮食安全危机、能源危机、全球气候变化加剧等重大挑战,世界各国都在积极推进由“常规集约现代农业”向“绿色可持续现代农业”转型发展。联合国粮农组织(FAO)提出,发展有机农业是促进和加强农业生态系统健康的重要方式^[15]。近年来,欧美国家不断出台计划或支持政策,大力支持有机农业发展。随着人们环境保护意识的增强和对营养健康的需求不断增加,有机农业未来发展具有良好的前景。

2)发展有机农业,需要注意2个基本规律制约。从国际百余年有机农业的发展实践看,全球有机农场的数量、有机农地面积、有机农业的研究资金投

^①习近平.《高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》北京,2022

入以及有机食品的市场规模都在稳步增加,但也要看到,全球有机农地面积仅占全球农业用地的1.6%,试图将所有农业都按照有机农业的生产方式进行既不现实、也不可能,发展有机农业要注意适度,不能因为其具有良好的发展前景就盲目扩大规模,更不能无序发展。要注意2个基本规律制约:一是有机农业系统受热力学第二定律的制约。依据能量生态学基本原理,生态系统中的物质循环遵循“能量耗散”的基本规律,若没有外源辅助能的投入,难以保持系统平衡;有机农业不使用人工化学品,目前只能依靠系统外的有机肥投入支撑产品产出。二是有机农业产业发展受市场经济规律制约。全球有机农业市场存在一定的局限性,目前,大型农业企业、农资企业、大宗农产品和食品公司在常规农业领域拥有越来越大的市场,从市场规模竞争力来说,有机农业存在土地产出较低、人力成本较高、技术标准不完善等问题,有机农产品存在市场价格较高、消费群体小众化、市场空间有限等问题。

3)发展有机农业,需要准确把握4个特性。有机农业是按照绿色、生态、环保等特殊标准严格检测、认证体系支持下的标准化生产体系,不同于分散自由式传统农业生产体系。有机农产品必须完全符合国家或者国际权威机构的认证标准才能进入市场,准入条件比较高。有机农业对产地环境的土壤、水质、大气等综合因子具有特殊的要求,而且有3年的有机转换期,并非任何地方都适宜发展有机农业。因此,有机农业是具有“特定区域、特殊产品、特别标准、特定市场”4个特性的一种现代化生产方式,是绿色农业的高端化实现方式,不可泛化为未来农业全部都要走有机路线。

4)发展有机农业,需要科学把握3个基本原理。一是物质自我内循环原理。理论上,有机农业系统中植物生长所需要的营养物质主要是通过系统内部的物质循环过程获得,不主张过多依靠外部物质能量投入,尤其强调不能使用化学投入品。二是生物群落中种群之间“相生相克”原理。有机农业系统主张要充分利用不同作物(植物)、动物以及微生物等生物之间互补、竞争、化感、胁迫等生态位原理,通过对农业生态系统的多元化生物结构优化设计,实现营养物质的维持与平衡利用、病虫害的非化学调控与生态化防治。三是生态高值产品的

优质优价原理。一般而言,有机农产品具有人们所期望的营养价值、安全价值和生态价值,需要实行产品市场标签化、高价格化才能实现生态价值转变为经济价值。

5)发展有机农业,需要充分认识4个风险挑战。一是产量不稳定性风险。由于有机农业不能使用化学投入品,如果没有外源投入补充很难保证作物营养平衡,有机作物往往很难稳产甚至减产。二是土壤肥力下降的风险。由于有机农业主要依靠内部物质循环,如果不能保证物质投入产出平衡,长期实行有机农业,会导致土壤部分营养元素失衡、肥力下降。三是病虫害加重的风险。有机生产条件下长期实行生物防治,系统内生物多样性复杂变化,一些病虫害可能也会发生更为复杂的变化。四是市场不稳定的风险。由于有机产品具有生产成本低和营养价值高的特点,市场定价必须高于常规农产品才能保证有机生产者有经济效益,但是价格高的有机农产品不一定能够得到消费者的认可,此外,也会受到“假有机”农产品的干扰,导致有机农产品的市场发展环境不稳定。

6)发展有机农业,需要科学构建4个支撑体系。一是核心技术体系。发展有机农业不能掉入“回归自然”的复古误区,需要依托现代生物技术、现代生态系统设计技术、现代数字与智能技术、现代加工与物流技术等构建高科技高标准的技术体系。二是品牌经营体系。必须打造独特的品牌创意、标识、运营和保护制度,才能行稳致远。三是认证标准体系。要在坚持国际标准和国家标准条件下,进一步完善加强企业标准和地方标准的建设,构建完善的有机认证标准体系。四是产业保护体系。有机农业是特殊产业,是绿色发展的特殊需要,也满足人们营养健康生活的需求,需要政府在产业补贴、生态补偿、价格保护及市场监管等方面加大支持力度。

4 促进有机农业发展的对策建议

为促进我国有机农业高质量发展,建议在以下5个方面着力:

1)加强有机农业政策体系建设。一是加强规划引领。各地要因地制宜,研究出台与区域自然资源条件和社会经济发展需求相匹配的有机农业产业发展规划,避免盲目无序发展。二是充分发挥政

府引导作用。设立省级和市县级有机农业产业专项职能部门,制订有机农业地方标准和法规。三是强化政策支持体系建设。探索实施有机生产者直补政策、有机产品价格补贴、有机生产保险以及生态价值补偿、碳汇交易、金融保险等综合性、差异化、针对性的支持政策。

2)加强有机农业创新体系建设。一是加强有机农业科技创新投入。支持开展有机农业基础前沿问题、关键核心技术与产品创制、区域特色有机农业技术标准等创新研究,构建具有国际引领、中国地域特色的有机农业技术支撑体系。二是建设有机农业研发平台。有发展需求、发展条件的区域,建议政府引导,支持科研机构与企业联合成立省级有机农业重点实验室、有机农业技术创新中心、新型研究机构等。三是建立有机农业专业教育体系和人才培养体系。依托有关高校开设有机农业专业和相关课程,培养更多有机农业高端技术人才和管理人才,为有机农业产业发展奠定人才支撑。

3)加强有机农业市场体系建设。一是完善标准与认证体系。目前有机农业从业者多数是采用国际或国家的“通用标准”,但是更为高端的企业标准或地方特色标准相对缺乏,建议有发展意愿的区域要加强研究制定国际认同、中国许可的区域特色有机农业认证标准与认证机构体系。二是构建区域特色有机产品全过程追溯体系。整合有机产品生产全过程、品质辨识与认证等综合信息,充分体现区域有机产品的特色价值,提高信任度。三是探索设立有机农业发展基金。建议各区域地方政府引导,联合有关企业和社会资本探索建立支持地方特色有机农业产业发展基金,助力区域有机农业产业链的长效发展。

4)加强有机农业宣传推广体系。一是加强有机农业宣传。转变消费者观念,尤其是增强消费者对有机产品的营养价值和生态价值的认知。二是实施有机农产品市场推广与销售计划,提升有机产品品牌价值。三是充分发挥中国区域农业的多样性和独特性。挖掘中国农耕文明、增强对区域特色有机农产品“稀缺性”的价值自信。四是扩大国际合作。充分利用一带一路、中国国际进口博览会等,提升中国区域特色有机农业产业的影响力和竞争力。

5)加强有机农业业态模式创新。要从产业链的角度认识有机农业,不能把有机农业产业简单等同于有机农业生产,要延长产业链,提升价值链,充分发挥国内外市场主体的作用,鼓励支持有机农业上下游相关产业链的创新创业,同时还要从农业产业向乡村产业拓展,将有机农业发展与乡村振兴相结合,尤其是将有机产业与乡村旅游产业、文化产业、互联网产业、康养产业等结合,以市场化方式实现有机产品增值,实现经济和生态的“双赢”。

参考文献 References

- [1] GB/T 19630—2019. 有机产品 生产、加工、标识与管理体系要求[S]. 北京:中国标准出版社,2019
GB/T 19630-2019. Organic products: Requirements for production, processing, labeling and management system [S]. Beijing: China Standard Press, 2019 (in Chinese)
- [2] 吴文良,乔玉辉. 中国有机农业发展与展望[J]. 农学学报,2018,8(1): 201-204
Wu W L, Qiao Y H. Status and development perspectives of organic agriculture in China[J]. *Journal of Agriculture*, 2018, 8(1): 201-204 (in Chinese)
- [3] 乔玉辉,郑丽莎,耿云霞,陈恩成,何小群,李峰. 国际有机农业联盟有机保障体系及对我国的启示[J]. 农产品质量与安全,2022(2):91-95
Qiao Y H, Zheng L S, Geng Y X, Chen E C, He X Q, Li F. The enlightenment of the organic guarantee system of the IFOAM-Organics International to China[J]. *Quality and Safety of Agro-products*, 2022(2): 91-95(in Chinese)
- [4] Helga W, Schlatter B, Trávníček J. *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2023* [M]. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM-Organics International, 2023
- [5] 国家市场监督管理总局,中国农业大学. 中国有机产品认证与有机产业发展(2023)[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2023
State Administration for Market Regulation, China Agricultural University. *The Development of Organic Industry and organic Production Certification in China* [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press,2023 (in Chinese)
- [6] Seufert V, Ramankutty N, Foley J A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture[J]. *Nature*, 2012, 485(7397):229-232
- [7] Reganold J P, Wachter J M. Organic agriculture in the twenty-first century[J/OL]. *Nature Plants*, (2016-02-03). DOI: 10.1038/nplants.2015.221
- [8] Barbieri P, Pellerin S, Seufert V, Smith L, Ramankutty N, Nesme T. Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability[J]. *Nature Food*, 2021, 2(5): 363-372
- [9] Seufert V, Ramankutty N. Many shades of gray—the context-dependent performance of organic agriculture [J/OL]. *Science Advances*, (2017-03-10). DOI: 10.1126/sciadv.1602638
- [10] Gamage A, Gangahagedara R, Gamage J, Jayasinghe N, Kodikara N, Suraweera P, Merah O. Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture [J/OL]. *Farming System*, (2023-03-28). DOI:10.1016/j.farsys.2023.100005

- [11] Gattinger A, Muller A, Haeni M, Skinner C, Fliessbach A, Buchmann N, Mäder P, Stolze M, Smith P, Scialabba N E H, Niggli U. 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
- [12] Gaudaré U, Kuhnert M, Smith P, Martin M, Barbieri P, Pellerin S, Nesme T. Soil organic carbon stocks potentially at risk of decline with organic farming expansion [J]. *Nature Climate Change*, 2023, 13: 719-725
- [13] Muller A, Schader C, Scialabba N E H, Brüggemann J, Isensee A, Erb K H, Smith P, Klocke P, Leiber F, Stolze M, Niggli U. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture [J]. *Nature Communications*, 2017, 8(1): 1290
- [14] 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
- [15] FAO. Organic agriculture [EB/OL]. [2023-12-01]. <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/en>

责任编辑：申青苗



第一作者简介：陈源泉，博士，教授，中国农业大学国家农业科技战略研究院副院长，中国农学会耕作制度分会常务理事。主要从事绿色高效低碳农作制度、农作系统生态经济评价、宏观农业与农业科技发展战略等研究。主持和参与完成了“十一五”和“十二五”国家科技支撑计划、“十三五”和“十四五”国家重点研发计划、国家自然科学基金项目等课题以及中国工程院关于农业科技的重大咨询战略研究项目 20 多项。在国内外学术期刊发表论文 100 余篇，参编《农业科技自立自强若干政策问题研究》《农业宏观分析方法与应用》《中国工程科技 2035 发展战略·农业领域报告》等学术专著 20 余部。获省部级奖励 3 项。



通讯作者简介：高旺盛，博士，教授，中国农业大学国家农业科技战略研究院院长，国家农业科技发展战略智库联盟执行理事长，中国农学会耕作制度分会名誉理事长，中国发明协会常务理事，科技部农村科技司原二级巡视员，新疆自治区科技厅原副厅长。主要从事农业生态系统学、宏观农业与发展战略规划、农业科技政策等方面的研究。已主持完成国家和省部级科技项目 12 项，获得省部级以上科技成果奖 5 项，其中国家科技进步奖二等奖 1 项。发表学术论文 100 余篇，编著《农业科技自立自强若干政策问题研究》《中国区域农业协调发展战略》《农业宏观分析方法与应用》《中国农业与世界农业概论》《循环农业理论与研究方法》等 20 部。