

有机农业的环境效益评估

谢 标, 王晓蓉, 苻红

(南京大学 环境学院污染控制和资源化国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘要: 常规农业所带来的环境破坏影响越来越被人们所认识。有机农业作为一种新型农业发展模式, 以保持农业可持续发展和环境影响最小化为其基本原则, 近 10a 在全球得到迅速发展和推广。与常规农业相比, 有机农业的环境破坏风险较低。介绍了有机农业的发展现状, 并就有机农业可能影响到的水环境、土壤环境、大气环境、生物多样性以及人类健康等方面进行探讨, 以全面评估有机农业的环境效益。

关键词: 有机农业; 水环境; 土壤环境; 大气环境; 生物多样性; 人类健康

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2002)02-0071-04

中图分类号: X83

Environmental Benefit Assessment of Organic Agriculture

XIE Biao, WANG Xiao-rong, DING Zhu-hong

(State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, College of the Environment,
Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu Province, China)

Abstract Harmful environmental impacts induced by conventional farming have been recognized by more and more people. Organic agriculture, a new model for farming development, has set itself the goals of environmental pollution minimization and sustainability of agricultural production. In recent ten years, organic agriculture developed and extended rapidly around the world. Comparing to conventional agriculture, risks of environmental damage brought by organic agriculture are much less. The objective of this paper is to give an overview of the organic agriculture status and its benefits on water, soil and atmospheric environment, biodiversity and human health.

Keywords organic agriculture; water environment; soil environment; atmospheric environment; biodiversity; human health

常规农业的特征是大量使用化肥、农药、杀虫剂和生长调节剂等农用化学品, 不同程度的污染生态环境。特别表现在: 氮的淋失导致内陆水体的富营养化和地下水质量下降; 食物受化肥和杀虫剂等化学合成物污染而增加了健康的负面影响; 破坏许多动植物物种的栖息环境等。为了解决现代农业所带来的一系列环境、安全和健康挑战, 有机农业作为农业可持续发展的一种模式应运而生。

有机农业是指一种生产管理系统, 它避免或最大程度排除使用合成化肥、杀虫剂、生长素调节剂及家禽饲料添加剂, 最大限度地实现有机农业依赖于作物轮作、农作物残杂物、动物粪肥、绿肥、机械耕作、矿物岩石以及生物控制害虫方法去保持土壤生产力, 提供植物营养成分和控制害虫、杂草和病害。

1924 年, 当有机农业的先驱者斯德武尔 (Rudolf Steiner) 提出生物动力农业术语时, 有机农业首先在欧洲正式出现。在 20 世纪 30-40 年代, 有机农业相

继在瑞士、英国、日本出现。从 20 世纪 90 年代开始, 由于欧洲、北美和日本对有机产品需求的不断增加, 以及许多国家政府鼓励政策的引导, 有机农业在全球得到了迅速发展。如欧洲在 1993-1999 年期间, 有机生产面积增长近 3 倍多, 从 1993 年的 $9.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 增加到 1999 年的 $3.10 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 左右。目前全球从事有机农业的土地面积达 $1.58 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 主要分布在澳大利亚 (约 $7.60 \times 10^6 \text{ hm}^2$)、阿根廷 (约 $3.00 \times 10^6 \text{ hm}^2$)、意大利 (约 $1.00 \times 10^6 \text{ hm}^2$) 和美国 (约 $9.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$), 其中欧洲所占的比例最高^[1]。

1990 年浙江省茶叶进出口公司第一次开发了有机茶叶并出口到欧洲市场标志着有机农业概念正式引入中国。而有机农业的真正发展和推广则是在 1994 年 10 月国家环境保护总局有机食品发展中心 (简称 OFDC) 正式成立以后。截止 2000 年底, 我国从事有机农业的土地面积约达 $1.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 主要分布在东北和华北地区。

收稿日期: 2001-11-20

作者简介: 谢标 (1971-), 男 (汉族), 江苏省洪泽人, 现在南京大学环境学院攻读博士学位, 主要研究方向为环境经济及有机农业的环境效应。电话 (025) 5425370, E-mail: biaox@hotmail.com

有机农业的基本原则是在保持农业可持续生产的前提下,尽可能使环境影响最小化。主要目标是^[2]:

(1) 保持和提高土壤的长效肥力; (2) 禁止使用化学合成肥料、合成的杀虫剂、除草剂以及饲料添加剂; (3) 反对基因工程; (4) 在产品的生产和加工过程中,使各种形式的污染最小化,保持生产体系和周围环境的生物多样性; (5) 考虑禽畜在自然环境中的所有生活需求和条件,使禽畜的福利最大化; (6) 限制放牧密度; (7) 发展持续的水产品生产系统

本文拟就有机农业可能影响到的水环境、土壤环境、大气环境、生物多样性以及人类健康等方面进行探讨,以全面评估有机农业的环境效益

1 有机农业与水环境

有机农业禁止使用化学合成肥料、合成的杀虫剂、除草剂和饲料添加剂,崇尚营养循环利用和营养流失最小化。因此与常规农业生产方式相比,地表水和地下水资源能够得到有效的保护。

有机农业崇尚营养循环利用和营养流失最小化的目标可导致淋失到空气或水体中的营养量最小化。

Younie & Watson 以及 Eltun 进行的有机农业和常规农业的直接比较研究表明,有机农业 N 淋失的潜力低于常规农业^[3,4]。当然,在常规农业发展过程中发生的营养元素淋失问题在有机农业生产过程中也同样存在。如有机农业中禁止使用易溶解的无机肥料并不意味着营养元素的淋失率降低和减少水体富营养化。相反,如果土壤接受了动物粪肥,经过几年的观察分析,土壤中总 N 的淋失率可能比使用相同 N 含量的无机肥料的土壤高^[5]。

在相似土壤上和相同时间段内所开展的有机农业和常规农业系统的氮淋失比较研究表明,常规草地系统中的氮淋失率为 65 kg/hm^2 ,而有机草皮系统中的氮淋失率平均为 25 kg/hm^2 。Lois Philipps 和 Lawrence Woodward 开展的研究也表明,由于有机农业采用平衡的轮作系统,避免使用农业化学合成物质,而且鼓励严格的肥力管理,有机系统能够有效地保护农业地区地表水和地下水的品质^[6]。

关于磷的淋失问题,目前还没有足够的研究数据说明有机农业系统中磷的淋失估计情况。丹麦的研究报告认为:100% 向有机农业转换的结果可导致一个比较稳定的 P 供需平衡^[7]。结果是土壤 P 的积累和淋失风险可能由于采取了有机农业管理措施而大大减少。但是,在特定的环境下,有机农业也表现出比较高的磷淋失的风险。

2 有机农业与土壤环境

土壤是发展有机农业的基石。没有肥沃的土壤就没有营养丰富的农产品,也就谈不上有机农业的持续发展。

土壤肥力保护和维持是有机农业管理中的主要生产技术,其主要功能是促进土壤中的生物矿化过程,这种矿化过程分解产生出的有机和无机营养物质可以增加土壤有机质含量,改善土壤结构,同时可增进土壤中动植物的活性。

2.1 土壤有机质

有机农业要求循环使用作物秸秆和残余物、动物粪肥和绿肥而禁止使用化学合成肥料,这些措施可以促进增加土壤中的有机质含量。反之,有机质的提供在维持土壤肥力方面发挥着重要作用。Stolze 等经过详细的研究发现,就土壤有机质和土壤中碳的增加量与以前的系统相比,有机农业比常规农业表现得更出色。同时有机农业也可以促进土壤中的生物活性,保持土壤质量,从而可以促进土壤和植物之间的新陈代谢作用^[8]。

2.2 土壤生物

微生物体(细菌和真菌)在维持土壤肥力方面也发挥着主要作用,因此对有机农业也非常重要。

Krogh 发现,有机农业系统中的跳虫和螨明显高于常规农业系统^[9]。Axelsen 在丹麦的研究表明,如果将常规农场 100% 转换成有机农场,农场中的微生物数量将平均增加 77%,跳虫的丰度增加 37%,蚯蚓的密度增加 154%^[10]。向有机农业转换可以很明显地提高土壤中的生物活性。

2.3 土壤结构

有机农业的一个目标是保持和提高土壤的长效肥力,期望通过使用最少量的资源(如生物基肥)生产出品质高和产量满意的农产品。有机农业方法能够保持和保护土壤结构和防止土壤侵蚀^[11,12]。

2.4 土壤营养

在有机作物种植过程中,向作物提供生长发育所必需的营养元素包括 N、P、K、Ca、Mg 以及各种痕量或微量元素,其中 N 的意义最大,因为它影响到作物的产量。有机农业中的 N 循环主要基于作物轮作、种植绿肥和肥料管理获得。

在东德沙土上进行的长期轮作实验表明,种植豆科作物对富集腐殖质(通过 5 a 的作物轮作可使腐殖质达到 26 t/hm^2)和保证持续的农作物产量发挥重要作用。2 a 生紫花苜蓿可以富集 N 素 1000 kg/hm^2 ,其中 600 kg 储藏在动物饲料作物中,320 kg 在植物根

部富集,另外 80 kg 认为是通过蒸发和硝化流失了。大量的残余 N 可以满足后续种植的农作物的 N 需求,如马铃薯 (40 kg)、冬小麦 (51 kg) 和甜菜 (62 kg)^[13]。M. Hodtre 等进行的玉米和绿肥间作实验结果也表明,在种植玉米的过程中间作豆科作物可以明显增加玉米叶中的 N 含量,而且也显著增加玉米的产量^[14]。

3 有机农业与生物多样性

在多数人的印象中,农业实践通常与乡村的景观保护或农村生态环境保护密切相关。但是在过去的一个世纪中,农业方式正从对“田园景观”友好向对其产生不利影响的状态发展,特别是自从向大范围生态系统中引入单一的农业种植模型以后,农业生产力的增长是在牺牲许多生态系统价值的基础上实现的。从生物多样性的系统观点来看,农业系统在很大程度上正在成为一种只生产 1 个或 2 个物种的系统,因而改变了田园景观和减少了生物物种多样性。在许多生态系统中,农业生产方式是威胁生物多样性的惟一的、最重要的因素。通过对关键的生物多样性区域(如 IUCN 植物多样性中心、国际鸟类生活协会的就地鸟类保护区以及 WWF 全球 200 个生态区)的分析表明,农业入侵、农业污染和农业集约化是这些地区生物多样性的最主要威胁因素^[15]。

有机农业是一种对环境、社会和经济友好的生产方式,尊重植物、动物和景观的自然演化进程。从哲学的观点和从客观的维持生产力的角度来讲,有机农业的使命是在农业系统中保护生物多样性。例如,有机农场中的生物虫害防治主要是依靠保护害虫天敌的健康群。通过使用时间(几年的轮作计划)或空间上(在不同的地块相同季节间作或种植几种不同作物)的作物轮作系统,可有效地减少病虫害,而增加生物多样性。在成为有机农场之前需要一段转换期的最重要的原因之一是需要利用这一段时间来修复自然生态系统的平衡。如在有机种植的田块中,野生植物品种的密度和数量都比常规管理模式下的高。在有机种植的谷物地块中,野生动物的数量增加了 5 倍,野生植物品种的密度和数量增加了 2.4~5.3 倍。

生物多样性产生如此巨大变化的主要原因是在有机农场中禁止使用除草剂。Braae 等发现,有机农场中鸟的数量比常规的多 2~3 倍。另外,有机农业鼓励在乡村更多的采用多种多样的作物轮作和养殖牧草动物,因此改变了整个农田景观的美观效应。有机农场中(无论在田块中间或田块周围的田埂地带)野生花草和昆虫的丰度和多样性明显多于常规种植管

理模式下的农场^[16]。总之,建立有机农业生产体系,能在发展农业生产的同时,避免或减少农业活动对生物多样性的影响。

4 有机农业与大气环境

现今农业系统中化石能源利用问题又一次引起人们的关注,部分原因是化石能源是一种有限资源,但更主要的是因为农业是 CH₄(稻田及反刍动物等释放)、CO₂(土壤及肥料、秸秆燃烧等释放)等温室气体的排放源^[17]。Dalgaard 等估计,发展低投入的农业生产方式有助于减少农业源 CO₂ 的释放,10% 向有机农业转换可以导致化石能源的净消耗减少 9%~51%。在丹麦,如果将所有的农业用地 10% 转换成有机农业,则农业体系中农业消耗能量和 N 流通的减少可使国家的整个温室气体(CO₂, CH₄, N₂O)的排放量相应减少 13%~38%^[18]。

5 有机农业与人类健康

目前世界上发生的大约 200 种不同的疾病是通过食品传播的。人类在其整个生命过程中不断遭受食品传播疾病的苦难。由食品引起的疾病可能有几个原因,包括特殊的有毒物质、致病的微生物和寄生虫,他们在食品中生长繁衍或通过食品传达。其中有些有毒物质是在环境中自然发展的,而另外一些是源于人类活动产生的污染物质(如化学合成物质)。有机农业的重要贡献是能够提高作物质量。由于有机农业禁止使用杀虫剂和其它合成化合物,因此,在有机农业中,没有发现因使用杀虫剂和其它合成药物而发生的食品副作用^[19]。

而常规产品确实在其生产、加工过程中使用了大量化学合成物质(如杀虫剂、除草剂、加工添加剂等),而这些物质在食品中具有残留的危险性。

由于有机产品在其生产、加工、贸易和贮藏等各个环节禁止使用任何化学合成物质和禁止接触任何污染源,有机产品在受农药及其它化学合成物质的污染风险方面将比常规产品小。在常规产品生产、加工和贸易体系中,产品可在从生产到被消费者食用过程中任何一个环节中受到污染。农场外的投入物质、农场外环境污染影响、人为接触以及收获、加工、运输和贸易过程中都可以污染产品。

6 结 论

有机农业带来的环境影响比常规农业要低;有机农业有利于保护地表水和地下水的水质,增进生物多样性保护,减少农业源温室气体的排放量;在土壤有

机质含量、土壤结构、土壤中的动植物活性和人类健康等方面,有机农业也表现出了特别的促进结果,但是有机农业作为一种农业生产方式,并不能解决常规农业面临的所有问题

总之,有机农业正在受到不断扩展和发展的挑战,以满足对有机食品需求不断增长和对环境不断关注的要求。为了满足消费者的需求,生产和环境影响之间的关系必须得到平衡。未来有机农业的目标将不仅仅满足于环境影响最小化和有机生产最优化,而应有机综合考虑农业活动对环境的影响、农业生产效率和农业生产方式的地区性差异等因素,因地制宜地制定有机农业的发展原则,以确保有能力遵循该原则并有效控制有机农业对环境和自然造成的影响

[参 考 文 献]

- [1] Willer Helga, Youssefi Minou. Organic Agriculture Worldwide Statistics and Future Prospects [M]. Bad Dürkheim SOL, 2001. 22– 23.
- [2] International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) [M]. Basic Standards for Organic Production and Processing, 2000. 10.
- [3] Younie D, Watson C A. Soil nitrate – N levels in organically and intensively managed grassland systems [J]. Aspects Appl. Biol, 1992(30): 235– 238.
- [4] Elton R. Comparisons of nitrogen leaching in ecological and conventional cropping systems. Nitrogen Leaching in Ecological Agriculture [M]. A B Academic Publishers, 1995. 103– 114.
- [5] Bergstrom L, Kirchmann H. Leaching of total- N from ¹⁵N labeled poultry manure and inorganic fertilizer [J]. J. Environ. Qual., 1999(28): 1283– 1290.
- [6] Lois Philipps, Lawrence Woodward. Nitrogen Leaching Losses from Mixed Organic Farming Systems in the U K. Organic Agriculture the Credible Solution for the XXIst Century: Proceedings of the 12th International IFOAM Scientific Conference [C]. Mar del Plata, Argentina, 1998. 160– 164.
- [7] Johnston A E. Phosphorus essential plant nutrient, possible pollutant. In: Phosphorus Balance and Utilization in Agriculture Towards Sustainability [J]. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien Tidskrift, 1998, 135(7): 1– 22.
- [8] Stolze M, Piorr A, Haring A, Dabbert S. The environmental impact of organic farming in Europe [J]. Organic Farming in Europe Economics and Policy, University of Hohenheim, Germany, 2000 (6): 1437– 1512.
- [9] Krogh P H. Microarthropods as bioindicators: A study of disturbed populations, In: Terrestrial Ecology. Natural Environmental Research Institute, Silkeborg, 1994. 96.
- [10] Axelsen J A A, Elmholt S. Scenarium om 100% økologisk jordbrug i Danmark [M]. A3 4. Jordbundens biologi. Rapport for Bichel- Udvalget, 1998 (in Danish).
- [11] Arden-Clarke C, Hodges R D. The environmental effects of conventional and organic/biological farming systems. I. Soil erosion with special reference to Britain [J]. Biological Agriculture and Horticulture, 1987(4): 309– 357.
- [12] Reganold J P, Elliott L F, Unger Y L. Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion [J]. Nature, 1987(330): 370– 372.
- [13] Rauhe K, G Leithold, Michel D, Untersuchungen zur Ertrags- und Humusreproduktionsleistung der Luzerne auf sandigem Lehmboden in Trochenlagen [J]. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 1987, 31(11): 695– 702.
- [14] Hodtke M et al. Nutritional Status, Grain Yield and N- Balance of Organically Grown Maize Intercropped with Green Manure [C]. In: Foguelman, Dina & Lockeretz, Willie. Organic Agriculture – the Credible Solution for the XXIst Century: Proceedings of the 12th International IFOAM Scientific Conference. Mar del Plata, Argentina, 1998. 135– 141.
- [15] Sue Stolton et al. Biodiversity and Organic Agriculture [J]. Ecology and Farming, IFOAM, 2000 (23): 22– 25.
- [16] Dritschilo W, Wanner D. Ground beetle abundance in organic and conventional corn fields [J]. Environmental Entomology, 1981(9): 629– 631.
- [17] 陶战,等. 农业环境与发展 [J]. 1994(3): 1– 6.
- [18] Dalgaard T, Halberg N, Fenger J. Fossil energy use and emissions of greenhouse gases – three scenarios for conversion to 100% organic farming in Denmark [C]. In: van Lerland E, Lansink A O, Schmieman E. Proceedings of the International Conference on Sustainable Energy: New Challenges for Agriculture and Implications for Land Use, Wageningen, The Netherlands, 2000. 11.
- [19] Elton R. The Apelsvoll cropping system experiment, III. Yield and grain quality of cereals [J]. Norwegian J. Agric. Sci., 1996(10): 7– 21.