

论发展循环农业的基本原理与技术体系

高旺盛, 陈源泉, 梁 龙

(中国农业大学农学与生物技术学院区域农业发展研究中心, 北京 100094)

摘 要: 本文从循环经济的理念出发, 重点阐述了循环农业的概念与基本原理, 提出了发展循环农业的“4R”原则, 在此基础上, 重点讨论了循环农业的技术体系构建, 并提出了我国发展循环农业的关键对策。

关键词: 循环农业; 基本原理; 技术体系

中图分类号: F037 文献标识码: A 文章编号: 1000-0275(2007)06-0731-04

Basic Principles and Technology Supporting for Circular Agriculture Development

GAO Wang-sheng, CHEN Yuan-quan, LIANG Long

(Regional Farming System Research Center, College of Agronomy and
Biotechnology, China Agriculture University, Beijing 100094, China)

Abstract: In this paper, the concept and its basic principles of circular agriculture were expatiated based on the ideals of circular economy, and the “4R” rules were puts forward to develop circular agriculture. On the ground of upper, this paper focused on the establishment of the technology supporting system for circular agriculture in China, and some key countermeasures for the development of circular agriculture were give finally.

Key words: circular agriculture; basic principle; technology supporting system

从 20 世纪中叶以来, 在可持续发展战略的影响下, 许多国家积极探索和发展循环经济。农业作为人类最古老、最基础的产业, 已经具有上万年的农耕历史, 经历了由原始农业—传统农业—常规现代农业—可持续农业的不同发展阶段。世界农业同样面临着资源、生态、环境、能源等方面的严峻挑战。依据循环经济思想, 积极探索循环农业发展途径是促进农业可持续发展的重要方面。本文重点从理论上、技术选择上对发展循环农业的有关问题进行探讨。

1 从可持续发展到循环经济

1.1 循环经济理念是可持续发展战略的具体体现

循环经济的思想萌芽最早可以追溯到国际环境保护思潮兴起的时代。20 世纪 60 年代, 美国经济学家鲍尔丁提出“宇宙飞船经济理论”可以作为循环经济理论的早期代表。1972 年, 著名的罗马俱乐部提出《增长的极限》研究报告, 指出按照传统工业的发展模式, 经济增长是有极限的。1987 年, 以挪威前首相布伦特夫人为首的世界环境与发展委员会首次提出了“可持续发展”(Sustainable Development)一词。1990 年, 英国环境经济学家 D.Pearce 和

R.K.Turner 在其《自然资源和环境经济学》一书中正式提出“循环经济”(Circular Economy)一词并迅速被采纳。1992 年, 在巴西里约热内卢召开的“第二次世界环境与发展大会”上, 与会各国对“高消费、高污染”的传统发展模式进行了反思, 并通过了《21 世纪议程》等系列纲领性文件, 走“环境保护与经济发展相协调”的可持续发展道路成为共识。

随着可持续发展战略受到普遍认同, 世界各国在不断探索和总结经验的基础上, 提出以资源利用的最大化和污染排放的最小化为主, 将生态设计、清洁生产、资源再利用和绿色消费等融为一体的循环经济发展模式。

1.2 循环经济的涵义与发展原则

国际上所谓的循环经济(Circular Economy), 是相对于传统工业系统由资源—产品—废物排放这种非循环式的生产模式而言, 企图实现产业系统中的物质多次、多级、多梯度的循环利用, 使物质资源利用效率最大化, 而系统对环境的废物释放最少化甚至零排放。正因为如此, 发达国家极力推崇发展循环经济。德国在 1994 年就制定了《循环经济与废物清除法》, 日本也出台了《循环社会基本法》, 由此来推进循环经济, 建立可持续发展的社会。循环经济模

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划课题《粮食主产区农田生态健康管理关键技术研究及示范》(编号: 2006BAD02A15)。

作者简介: 高旺盛(1963—), 男, 教授, 博士生导师, 中国农学会耕作制度分会理事长, 主要从事宏观农业与区域农业、农业生态系统管理以及农业发展战略政策等方面的研究。

收稿日期: 2007-10-11; 修回日期: 2007-11-05

式所采取的实施原则,一般倡导“3R”原则,即减量化(Reduce)、再利用(Reusing)、再循环(Recycle)^[2-4]。

(1) 减量化原则:主要是针对传统生产模式往往为了获得高生产力和高利润,超量使用了能源和资源的弊端提出的。该原则的目的是要从系统输入源头减少不必要的资源、能源等物质投入。

(2) 再利用原则:主要是针对传统生产模式在其形成产品的过程中大量中间物质被废弃变成废物的问题提出。主要目的是要采取多级利用、多层次利用的原理,尽量多次利用中间产品。

(3) 再循环原则:主要是针对传统生产模式往往将终端产品在使用后变成垃圾而废弃的问题提出的,主要目的是将生产出来的产品在完成其使用功能后,重新变成可以使用的物质资源,再次进入循环过程。

以上三个原则具有普适性,对于改变传统的技术模式具有重要的指导意义。例如,20世纪80年代末,杜邦公司创造性地把循环经济三原则发展成为与化学工业相结合的“3R制造法”,到1994年该公司生产造成的废弃塑料物减少了25%,空气污染物排放量减少了70%^[5]。

2 循环农业的概念及基本原理

2.1 循环农业的概念

目前,国内外关于循环农业的概念依然尚无定论,还在讨论之中。周震峰^[6]认为,循环型农业是在保护农业生态环境和充分利用高新技术的基础上,调整和优化农业生态系统内部结构及产业结构,提高农业系统物质能量的多级循环利用,严格控制外部有害物质的投入和农业废弃物的产生,最大程度地减轻环境污染,使农业生产经济活动真正纳入到农业生态系统循环中,实现生态的良性循环与农业的可持续发展。郭铁民^[7]认为,循环农业是通过建立农业经济增长与生态系统环境质量改善的动态均衡机制,以绿色GDP核算体系和可持续协调发展评估体系为导向,将农业经济活动与生态系统的各种资源要素视为一个密不可分的整体加以统筹协调的新型农业发展模式。宣亚南等^[8]认为,循环农业是通过优化农业产品生产至消费整个产业链的结构,实现物质的多级循环使用和产业活动对环境的有害因子零排放或零(最小)干扰的一种农业生产经营模式。尹昌斌等^[9]认为循环农业通过农业技术创新,调整和优化农业生态系统内部结构及产业结构,延长产业链条,提高农业系统物质能量的多级循环利用,最大程度地利用农业生物质能资源,利

用生产中每一个物质环节,倡导清洁生产和节约消费,严格控制外部有害物质的投入和农业废弃物的产生,最大程度地减轻环境污染和生态破坏,同时实现农业生产各个环节的价值增值和生活环境优美,使农业生产和生活真正纳入到农业生态系统循环中,实现生态的良性循环与农村建设的和谐发展。

笔者认为循环农业是按照循环经济理念,通过农业生态经济系统设计和管理,实现物质能量资源的多层次、多级化的循环利用,达到农业系统的自然资源利用效率最大化、购买性资源投入最低化、可再生资源高效循环化、有害生物和污染物可控制化的产业目标。

循环农业与传统农业的主要区别在于:在产业发展理念上,循环农业更加注意把循环经济理念应用到农业生产中,提倡农业生产全过程和农产品生命周期的过程控制。在生产方式方面,循环农业摒弃了常规农业一味地追求高投入、高产出、高消耗、高排放的生产方式,注重建立资源利用高效率、外部投入最低化、污染排放最少化的生产目标。

在产业模式上,常规传统农业往往局限于农业系统内部的小产业,忽略与相关产业的链接和循环,循环农业从整体角度构建农业及其相关产业的物质循环产业体系,使农业系统与生态工业系统相互交织构成大产业系统。

2.2 循环农业应遵循的基本原理

循环经济在工业系统上提倡的是闭环式的物质循环原理和技术体系。而农业系统与工业系统具有本质上的不同,一是农业系统是由生命系统和非生命系统两部分有机组成,因此,农业产业首先要遵循生命科学规律。其次,农业系统既有自然再生产过程,又有经济再生产过程,因此,农业系统必须符合自然法则,同时要遵循经济规律。第三,农业系统是以提供物质输出为主要目标的开放式循环体系,因此,农业系统的物质循环不可能采取闭合式的循环模式,而是一种耗散结构所决定的非闭合、高效率的循环。

基于这种认识,我们认为建立循环农业体系,主要依据的基本原理包括以下几方面:

(1) 能量耗散低熵原理。农业是开放系统,其功能由热力学第二定律决定,只有通过外界能量的投入,才能降低系统熵值,提高系统的功能。因此,合理投入是人类对农业系统加强控制的关键途径,不能将循环农业理解为低投入甚至不投入的农业。那种认为只要依靠循环就可以实现耗散系统平衡的认识是非科学的。

(2) 资源循环再生原理。农业系统是一种在自然生态系统基础上的人工生态系统,其资源类型可以分为四种类型:一是光热水等自然资源,需要周年高效循环利用;二是化肥、农药、机械等系统外购买性资源,需要尽量减少不合理投入并提高效率;三是秸秆、粪便等农业生产中间废弃资源,需要再生利用;四是农业系统排放到大气和地下的有害物质和温室气体等,需要实现可预见、可控制,减少无效排放。通过农业系统内循环和系统外反馈循环相结合,提高能量转化率和物质循环利用率。

(3) 物质组链加环原理。在农业系统中,物质沿着不同环节上的食物链营养级传递和转移,利用不同营养级的动物和微生物,分级、分次反复循环和利用,使上一级循环转移到下一级的物质,再次转化为能够为人们直接利用的生物产品和生物质能。因此,通过食物链加环、组链,减少非生产循环,增强生产循环,提高物质循环周转率,生产出更多的产品,减少废弃物排放。

(4) 生物互相作用原理。农业系统中拥有植物、动物、微生物等多种生物。生物与生物之间具有互利互惠、原始合作、竞争干涉、捕食、寄生等多种生态作用。发展循环农业产业体系,要充分利用这种复杂的生态作用,合理配置生物的生态位,利用生物之间自身的相互作用,设计资源利用最大立体种植、生物固氮、生物防治、生物干预等生态化技术,实现循环农业的目标。

(5) 生态经济协调原理。农业是生态经济系统,其产业目标既要获得生产力和经济效率,又要维护生态协调。在特定条件下,农业的经济功能往往和生态功能处于矛盾之中,因此,需要按照生态经济协调的原则设计循环农业产业体系,既要获得合理的生产力,又要将其建立在资源环境可承受范围之内,形成一种“经济高效、技术可行、生态安全、环境友好、社会认可”的可持续农业模式。

3 循环农业的技术体系构建

3.1 “4R”原则

为了实现“一高两低”(资源利用的高效率、资源的低消耗、污染物的低排放)的循环农业产业目标,需要建立循环农业的关键支撑技术体系。如何才能科学地建立循环农业技术体系,需要明确技术发展的共同标准。我们认为,循环农业的核心技术原则应当是坚持“4R原则”,即:

(1) 减量化(Reduce)原则:尽量减少农业系统外部购买性资源的投入量,实现源头输入技术的科

学化;

(2) 再循环(Recycle)原则:在农业系统中,要对光热水等可更新资源,尽量进行周年循环化高效能地利用;

(3) 再利用(Reuse)原则:对于农业生产过程中残留剩余的秸秆、粪便等中间资源,要尽量多级化的再利用;

(4) 可控制化(Regulating)原则:对于农业系统向界面外部排放的有害、有毒的各种物质要实现技术的可控制化,减少污染排放。

3.2 共性技术体系

(1) “减量化”关键技术: 农业物质循环高效利用及减量技术。针对农业 N、P 污染以及温室气体危害的问题,通过多样性作物种植与轮作技术以及 C、N、P 循环控制技术的研究,降低化肥施用,提高生产力,降低环境污染的风险。 农业系统水循环利用关键技术。通过提高 SPAC 系统中的农田“四水”(降水、灌溉水、土壤水、地下水)转化效率,提高农田水资源利用效率,减少水资源消耗。 农业耕种节能关键技术。针对目前农田生产机械能能耗高、能效低的问题,重点研究减少土壤耕作次数,省工、省时,节能降耗的耕种技术,降低能耗,提高能量利用效率。

(2) “再利用”关键技术: 可再生资源的直接还田技术。不同秸秆残茬资源的还田(直接还田、翻埋还田、堆沤腐解还田)技术,建立快速、省工、高效、适合主要农田生态系统的农田可再生资源集成利用技术体系。 可再生资源的加环利用技术。通过基于农业废弃物的加环接口技术,延伸农业可再生资源的循环利用途径,提高总体效益,包括秸秆饲料转化技术、秸秆有机肥加工技术、秸秆生产食用菌技术等。

(3) “再循环”关键技术: 农业光热资源周年循环利用关键技术。利用生物之间的互补效应,增强农田生态系统多样性及其稳定性,提高光热资源利用率及物质产出率,实现农田物质与能量利用效益最大化,主要包括:农田光热资源周年高效循环利用技术、农田复合系统生物多熟立体配置技术等。 农业产业间关联循环生产技术。主要是要将农作物生产体系-畜牧养殖体系-农产品加工体系紧密相连,研究开发农牧结合技术、农产品精深加工技术、可再生资源的能源化利用技术。

(4) “控制化”关键技术: 农业有害生物的生态控制技术。通过对病虫害的生态调控、生物防治、非化学药剂等环境友好型技术及制剂的应用,

减少向农田生态系统中人工输入化学合成农药的量,达到农田生态健康、生产过程安全的目标。温室气体及污染物减控技术。主要包括农业系统CH₄、N₂O等控制技术,残留农药的微生物降解技术、重金属轻度污染农田的生物消减技术、农业循环过程中的有害物质阻断技术。

4 发展我国循环农业的政策建议

4.1 尽快建立循环农业的法律法规体系

发展农业循环经济是一场变革农业传统生产方式、生活方式的社会经济活动,需要建立相应的法律法规来规范人们的行为,需要建立以《循环经济法》为龙头的循环经济法律体系,借鉴国外做法,根据不同行业领域和各种产品的性质制定法律规范。

4.2 建立发展循环农业的政策体系

从经济学原理来分析,循环经济本质上是由政府引导和规制的经济模式,所以要推进以最有效的方式利用资源和保护环境为内涵的循环经济,需要政府有相应的消费、投资政策体系来重新建立经济社会的运行机制,尤其是环境成本核算和生态补偿政策的不断完善。

4.3 推进循环农业技术创新体系

加大创新力度,为发展循环农业提供技术支撑。应重点在农业物质循环控制技术、农业资源多级转化技术、废弃物的资源化技术、循环农业技术标准规范等方面,开展技术集成创新研究,提高我国循环农业技术的科技水平。

参考文献:

- [1] 付晓东.循环经济与发展区域[M].北京:经济日报出版社,2007.
- [2] James Greyson. An economic instrument for zero waste, economic growth and sustainability[J].Journal of cleaner production.2007, 15, 1382- 1390.
- [3] 孙承詠,周景博.制度创新与循环经济[M].北京:经济日报出版社,2007.
- [4] 程序.中国生态农业与生物质工程对循环经济的作用[J].中国生态农业学报,2007, 15(2): 1- 4.
- [5] 解振华.领导干部循环经济读本[M].北京:中国海军科学出版社,2005.
- [6] 周震峰,王军,周燕,等.关于发展循环型农业的思考[J].农业现代化研究,2004, 25(5): 348- 351.
- [7] 郭铁民,王永龙.福建发展循环农业的战略规划思路与模式选择[J].福建论坛(人文社会科学版),2004, (11): 83- 87.
- [8] 宣亚南,欧名豪,曲福田.循环型农业的含义、经济学解读及其政策含义[M].中国人口.资源与环境,2005, 15(2): 27- 31.
- [9] 尹昌斌,唐华俊,周颖.循环农业内涵、发展途径与政策建议[J].中国农业资源与区划,2006, 27(1): 4- 8.

·科研简讯·

亚热带农业生态所认真贯彻路院长视察指示精神

为贯彻落实全国人大常委会副委员长、中国科学院院长路甬祥同志11月3日视察亚热带农业生态所的重要指示精神,11月5日上午,亚热带农业生态所召开了所党政联席会议,进一步学习领会路院长重要指示精神,下午又召开全所大会,通报路院长视察研究所的情况和题词内容,就切实贯彻落实路院长的指示精神作出部署。

一、认真学习路院长视察指示精神与给亚热带生态所的题词“认知农业生态规律,促进科学和谐发展”,进一步深化研究所发展战略研究,把路院长关于所学科目标凝练、学科布局调整、人才队伍与结构的优化等事关研究所重大战略的要求落实在研究所的中长期发展战略规划之中。

二、全力推进科研平台建设,加快洞庭湖湿地生态站的建设。在前期与世界自然基金会(WWF)共建洞庭湖湿地国际研究中心的基础上,在院资源环境局的支持下,主动加强与湖南省林业厅、环境保护局的合作,尽快启动共建洞庭湖湿地生态研究站的工作;同时要进一步加强农业生态重点实验室建设。争取尽早进入院重点实验室行列。

三、加大国际合作研究的力度。在转基因抗逆境作物新品种的培育、推广方面,要利用泰国对转基因作物积极支持的有利条件,开展与泰国等东南亚国家或第三世界国家的合作;在畜牧健康养殖与农牧系统调控方面,通过为澳大利亚、加拿大等西方国家中的高水平同行专家提供良好的动物实验条件,吸引他们来所合作研究;在其他领域继续加强与国外的交流与合作研究。

四、加大引进优秀人才力度,培养和凝聚一批优秀人才,优化人才结构。重点引进植物生态、微生物研究方面的优秀人才,推进创新团队的建设。

五、深化创新文化建设,努力建设和谐研究所。继续倡导和发扬“炼内功,卧薪尝胆;图创新,众志成城”的精神理念,巩固和提升全所职工创新环境下的凝聚力。

全所职工通过学习路院长的重要讲话精神和“认知农业生态规律,促进科学和谐发展”的题词后,深受鼓舞和鞭策,对研究所的未来发展信心倍增,同时也深知责任更加重大。大家表示,一定要把路院长的重要指示精神贯彻落实在自己的实际工作之中,解放思想,努力工作,为把亚热带所建设成为有鲜明特色的所、强所而作出自己的应有贡献。(谭志良)