

中国循环农业研究进展

(第1辑)

高旺盛 贾敬敦 主编

Advances in
Recycle Agriculture Research



中国农业大学出版社
China Agricultural University Press

F320.1-53
G186
v.1

中国循环农业研究进展

(第1辑)

高旺盛 贾敬敦 主编

Advances in
Recycle Agriculture Research



中国农业大学出版社
China Agricultural University Press

图书在版编目(CIP)数据

中国循环农业研究进展. 第1辑/高旺盛,贾敬敦主编. —北京:中国农业大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-5655-0031-2

I. ①中… II. ①高… ②贾… III. ①农业经济-经济模式-中国-文集 IV. ①F320.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 112172 号

书 名 中国循环农业研究进展(第1辑)

作 者 高旺盛 贾敬敦 主编

策划编辑 孙 勇

版式设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

规 格 889×1194 16开本 38印张 1150千字

定 价 90.00元

责任编辑 孙 勇

责任校对 王晓凤 陈 莹

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 高旺盛 贾敬敦

副 主 编 王学勤 陈兆波 徐义流 陈源泉 闫晓明

参编人员 (按拼音排序)

蔡立湘	柴 强	邓良基	龚振平	郭洪海	黄高宝	李国学
罗奇祥	罗振锋	马世铭	彭彦昆	隋 鹏	王建武	王占升
翁伯琦	吴发启	武志杰	徐义流	曾希柏	张旭东	郑建初

科学把握循环农业科技创新的战略重点与任务

(代序)

目前,我国循环农业的研究尚处在初级阶段。科技部于2007年通过“十一五”支撑计划启动了“农田循环高效生产模式与技术体系研究示范”重点项目,开始了我国循环农业的研究与实践。通过全国近千名科技人员的共同努力,总体上,循环农业的研究与示范取得了显著的成就,主要包括以下几个方面:①在广泛调研和讨论的基础上,通过科技人员的共同努力,初步形成了中国特色的循环农业技术研究框架,有力推动了我国循环农业的技术研究与实施;②在循环农业的科技创新上,取得了明显的成效,尤其在一些关键技术的研究上,取得的明显进展;③在技术成果的转化与应用示范上取得了一定成就。在14个省开展了研究与示范工作,建立了近50个不同类型的循环农业技术核心基地,初步形成各种循环农业技术模式65项。这些研究与示范基地支撑了我国“十一五”循环农业科技研究;④在农业科技创新能力建设方面取得了显著成绩。通过国家科技计划,也包括地方有关部门支持,一些大学、科研院所以及部分企业积极参与了项目研究和基地的建设。通过项目研究和基地建设,凝聚了一大批从事循环农业研究的科技人员。

党的十七届三中全会对今后一个时期我们国家农村和农业工作进行了战略考虑,强调要推进我国现代农业建设、新农村建设,推进城乡统筹,实现城乡发展一体化基本理念。循环农业作为推进现代农业发展的一项重要措施,在新的国家战略部署背景下,进一步突出重点找准定位。面对国家建设资源节约型、环境友好型现代农业的长远战略需求,加强循环农业具有重要意义。

(一)循环农业与节能减排

当前,我国正面临着一系列重大经济社会问题,尤其是节能减排日益突出。今天全人类构建的产业体系主要是基于18世纪那次深刻的科技革命和产业革命。这个体系以化石能源、机械手段为支撑。尽管,今天我们谈到了信息技术、生物技术、纳米技术,但是世界产业发展的基本方式和科技手段没有变。离开化石能源、机械装备,就没有今天的产业和经济发展。所有实现了农业现代化的国家,他们的农业都是基于化石能源和机械。当然,我们可以把信息、管理智慧注入进去,更好的决策,但基石没变。我国目前的高能耗农业正在加速向节能减排型农业发展。所以,在节能减排问题上,农业循环体系研究要给予高度关注。

(二)循环农业与全球升温

要在两个方面考虑:一是农业如何来适应全球气候变化;二是农业要为减缓全球升温作贡献。中国作为发展中的大国,目前的农业生产方式比较落后,科学技术水平较低,要应对气候变化,履行减缓责任,需要改变传统农业生产方式,加快循环农业的发展步伐。

(三)循环农业与农业污染控制

我国目前环境污染问题很严重,农村也是,循环农业发展要考虑工农结合和城乡结合。按照当前的产业

根据会议发言录音整理,未经本人审阅。

形态,农业不可能实现自我循环。传统意义上,农业主要是食物的供给,主要考虑的是系统的产出。但农业正发生深刻变化,现代农业既要输出产品,同时保护环境。循环农业要在解决废弃物污染问题上有所作为。

为了进一步推动循环农业研究工作,提高循环农业研究水平,需要重点强调下几点:

(1)要重视加强循环农业的原创性问题的研究。要认真梳理发展循环农业的基础学科,建设循环农业创新理论体系。循环农业绝不仅仅是一种技术在农业上的应用。我国在发展农业科技上是有经验的,那就是重视农业的基础研究和理论创新,但目前这方面还很薄弱,需要加强。支撑循环农业,必须有相应的理论基础和技术创新。物质循环和能量转化是一个重要科学问题,要运用现代的科学理论和方法,对其进行深入研究。循环农业的科技创新必须建立在扎扎实实的理论基础研究之上。

(2)要重视加强重大产品研发。任何关键技术创新必须回答的一个重要问题就是产品研制问题。当今,科技服务于企业,服务于农民,最重要的是科技产品。这是信息科学、信息技术产业化最大的成功经验。所以说,发展循环农业技术,必须在一系列重大产品的创制上取得实质性的进展,这是培育循环产业的基石。此外,还要重视技术的标准和规范化。要推出一批新产品,以新产品的方式支撑经济和产业发展。

(3)要重视加强循环农业研究能力建设。循环农业的科技创新任务艰巨,要重视能力建设和研究基地建设,包括人才队伍、试验基地建设等。目前已经有了很好的基础,一定要在已有工作的基础上,进一步解放思想、扩大视野,将项目与人才、基地建设统筹部署,协调推进。

科学技术部农村科技司副司长 贾敬敦

前 言

循环经济概念引入我国迄今不过几年,循环农业的研究无论是理论还是技术均处于初级阶段。关于循环农业的发展问题,在政府界、学术界和理论界有着不同的认识。因此,如何进一步从理论和技术上把握循环农业,对指导循环农业的发展非常重要。要将循环农业发展与解决我国农业重大问题紧密结合,抓住关键问题,突破关键技术,逐步构建起适合中国国情和农情的循环农业体系,是一项需要很长时间连续研究的艰巨任务。目前,我国循环农业的科技研究尚处在起步阶段,科技部于2007年通过“十一五”支撑计划启动了“农田循环高效生产模式与技术体系研究示范”重点项目,在全国14个省区实施,由此拉开了我国大范围循环农业科技创新与区域实践的序幕。

为了从战略上把握循环农业科技发展方向以及交流近年来循环农业研究进展情况,科技部农村司联合中国农业大学循环农业研究中心、安徽农业科学院,于2009年11月在安徽召开了“循环农业科技发展研讨会”,有来自全国农业科技界、产业界等代表近300人参加,这是一次规模空前、意义重大的会议。在全体代表的共同努力下,会议取得圆满成功,取得显著成效:全面分析了循环农业发展的战略意义与发展重点,统一了认识,达成了共识;全面总结了循环农业科技项目两年多的研究进展,肯定了成效,明确了重点;凝聚和培训了一大批科研人才,尤其是青年研究人员。在此,要由衷地感谢科技部、安徽省科技厅等有关部门的大力支持,感谢与会代表的积极参与。

本次大会提交了200多篇学术论文,全景式的展示了我国循环农业理论与技术研究的新进展和新成果,论文总体质量和水平较高。会后,大部分代表极力建议,遴选一批高质量论文编辑出版,以促进循环农业研究不断发展。为此,中国农业大学循环农业中心牵头,对提交的论文进行遴选、整理,许多作者对论文再次加工提高,共选出90余篇论文,汇集形成《中国循环农业研究进展(第1辑)》,包括发展战略、秸秆直接循环、农田复合种植、农牧结合循环、秸秆菌业循环等重点循环模式及其配套技术等,突出了新观点、新试验、新技术。当然,由于项目实施不足两年,不少试验研究还是初步的,不少新技术成果还很不完善,需要进一步深入细致研究。

千里之行,始于足下。我国循环农业研究开局良好,令人鼓舞。只要坚持不断创新,加快示范,就一定能够获得新的科技成果,加快我国循环农业体系建设步伐,为实现农业节能减排和促进低碳经济做出更大贡献。

由于论文版面有限,我们对部分论文有所删改和整理,加之整理任务重、时间紧,错误在所难免,不当之处,请提出宝贵意见。

编 者

2010年6月

目 录

一、循环农业发展战略

坚持走中国特色的循环农业科技创新之路	高旺盛/3
扩汇节支促循环 推进集约持续农业	刘巽浩/8
发展循环农业是低碳经济的重要途径	高旺盛 陈源泉 董 文/13
我国循环农业发展趋势与科技方向	高旺盛 陈源泉/17
西北内陆灌区循环农业主要模式的应用潜力及其发展技术需求——以武威市凉州区为例	黄高宝 于爱忠 柴 强/28
山东循环农业模式发展的现状、问题与对策	李增嘉 宁堂原 韩 宾/35
浙江省循环农业的发展模式与技术	杨京平 姜继萍/41
江苏现代循环农业发展研究	郑建初 陈留根 甄若宏 等/45
江南丘陵区循环农业的模式、途径与技术	黄国勤 罗奇祥 李祖章/50
南方丘陵区循环农业发展的几个问题	蔡立湘 彭新德 纪雄辉 等/56
环渤海地区循环农业发展模式探讨	胡春胜 陈素英/67
循环农业结构体系的再认识及甘肃循环农业发展重点领域探讨	柴 强 黄高宝 于爱忠/70
区域循环农业研究进展与展望——以松辽平原循环农业为例	罗振锋 张永锋 那 伟/75
关于黄淮海区域循环农业发展的认识与思考	郭洪海 宫志远/81
广东省循环农业发展的综合评价及其障碍度诊断	秦 钟 王建武 章家恩 等/90
对发展关中平原循环农业的认识与实践	吴发启 田霄鸿 王旭东 等/98
湖南省发展循环农业的思路与对策探讨	肖小平 汤文光 罗尊长 等/106
我国稻田节能减排的技术模式及其配套政策探讨	谭淑豪 张卫建/111
循环农业系统生命周期评价理论与实证研究——以湖南某品牌鸭产业为例	梁 龙 陈源泉 高旺盛/116
陕西关中地区农业废弃物资源利用现状及循环利用途径	来航线 肖 健 薛泉宏 等/126
吉林省粮食主产区农牧结合循环生产现状及对策	陈 群 邱玉朗 于 维 等/133
安徽省生态循环农业发展模式探索与研究	张健美 王钰明 范怀斌 等/137
20 年来高产粮田养分平衡的变化及其环境效应辨析——以河北栾城县为例	陈冬冬 陈源泉 隋 鹏/142
循环农业发展约束条件及可行途径分析——以甘肃河西地区为例	景 锐/148
以农民专业合作社推动北京循环农业的发展	钟春艳 郝 利 周连第/152
农村生态安全与循环农业发展的科技需求	冯永忠 杨改河 任广鑫/156
江西省有机资源调查报告	刘增兵 罗奇祥 李祖章 等/161

二、秸秆还田循环利用

秸秆还田循环利用对土壤理化性状及玉米产量的影响	刘武仁 郑金玉 罗 洋 等/171
秸秆还田对我国粮食生产能力的的影响	龚振平 马春梅/177
油菜秸秆还田对土壤 CO ₂ 气体排放影响研究初探	闫晓明 程江华 朱鸿杰 等/182
江苏稻麦两熟制秸秆直接还田技术与效应的研究	刘世平 陆建飞 张洪程/185
基于循环农业理论下的作物秸秆综合利用策略与思路	任广鑫 冯永忠 刘振学 等/191

福建省农作物秸秆资源现状及综合利用对策	王煌平	罗 涛	翁伯琦	等/196
安徽省农作物秸秆循环利用模式研究	王继先	张家启	张健美	等/204
山东省秸秆利用模式探讨	隋学艳	朱振林	王 勇	/208
黄淮平原区秸秆资源及利用现状分析	张衍伟	杨 萍		/211
玉米秸秆矿化过程中氮素及其形态变化	张丽娟	常 江	蒋丽娜	等/218
麦秸还田方式对机播玉米出苗质量、产量及水分利用效率影响的研究	沈学善	李金才	屈会娟	/225
秸秆还田结合不同耕作方式对土壤可溶性有机碳、氮含量及腐殖化性质的影响	王彩霞	黄 婷	王旭东	等/231
关中平原秸秆还田 21 年对土壤有机碳储量及腐殖物质性质的影响	王旭东	陈鲜妮	王彩霞	等/238
小麦和玉米秸秆腐解特点及对土壤中碳氮含量的影响	田霄鸿	南雄雄	张 琳	等/244
秸秆还田下化肥配施对水稻生育期内土壤养分变化的影响	徐小逊	张世熔	李 婷	等/251
秸秆还田少免耕对冲积土微生物数量及其生物量的影响	舒 丽	刘定辉	陈 强	等/256
玉米秸秆全量还田不同方式及施肥量对土壤肥力的影响	杨秋玲	郭洪海	吴 波	等/262
不同秸秆还田量对免耕黑土速效养分和产量的影响	张 彬	何红波	赵晓霞	等/266
高效秸秆纤维素降解菌的筛选与功能研究	王洪媛	范丙全		/271
秸秆腐熟剂田间应用效果报告	熊广森	杜志兵	杜秉海	等/278

三、养殖业废弃物循环利用

我国农业废弃物资源化利用的现状与发展	高 丹	姜文娟	李国学	/283
过腹还田对作物产量及养分循环过程的影响	董文旭	胡春胜	张玉铭	等/291
西北绿洲灌区面向循环生产的养殖配套技术需求分析——以武威市凉州区为例	李 广	柴 强	黄高宝	/297
基于 4R 理论的农产品加工废弃物循环利用初探	程江华	闫晓明	何成芳	等/301
奶牛养殖场粪污污染与防治对策	新志强	李 丽	邓云鹏	/306
循环农业中畜禽粪便的资源化利用现状及展望	吴景贵	张振都	刘艳伟	/311
农田土壤承载畜禽粪便能力的研究	李祖章	谢金防	蔡华东	等/318
奶牛养殖废弃物处理研究——以密云县为例	王瑞波	兰彦平	周连第	等/327
添加无机磷肥对农业固体废弃物好氧堆肥的影响	顾文杰	张发宝	徐培智	等/331
规模化牛场“肉牛—沼气—牧草”循环农业模式能值分析	钟珍梅	黄秀声	黄勤楼	等/338
规模化养猪场粪便堆肥利用技术研究	林代炎	叶美锋	吴飞龙	等/344

四、食用菌循环生产模式

食用菌促进农业生态系统的良性循环	王贺祥	刘庆洪	张国庆	等/351
我国食用菌产业发展及菌渣的循环利用研究	姜文娟	高 丹	李国学	等/354
利用花生蔓与玉米秸栽培杏鲍菇安全优质标准化生产技术	万鲁长	张 正	郭洪海	等/362
菌废料还田下冬小麦田 CO ₂ 排放特征分析	黄小林	高雪松	邓良基	等/367
循环农业的高效模式及关键技术——以山东九发食用菌有限公司为例	邹积华	崔从光	王鸿磊	等/374
菌渣施用对土壤活性有机碳的影响	王 峰	王义祥	翁伯琦	等/379
菌渣成分分析与菌渣制有机肥工艺技术研究	罗 涛	王煌平	雷锦桂	等/386
枯草芽孢杆菌产纤维素酶发酵培养基的优化	桂春燕	陈义伦	宋 冀	等/394
食药真菌多糖构效关系研究进展	胡顺珍	贾 乐		/400

五、复合循环农业模式

双季稻生产“3R”模式结构与功能分析	黄 璜	傅志强	陈 灿	等/407
间套作对控制农田污染的研究进展及应用前景	聂胜委	陈源泉	高旺盛	等/412
麦棉多作套种循环农业模式的发展与效应分析	李向东	杨铁钢	李彦鹏	等/419
水旱轮作区不同耕作模式效益、能量及土壤质量分析	李朝苏	吴 春	黄 钢	等/427
江南丘陵区稻田多熟种植系统的生态服务价值评估	王开磊	黄国勤	罗奇祥	等/432
不同保护性耕作模式对“旱三熟”种植区农田生态环境与产量的效益 ..	邹聪明	王龙昌	张云兰	等/439
耕作措施和氮肥管理对土壤碳氮储量的影响	戴晓琴	李运生	武兰芳	等/447
春玉米套种平菇循环农业栽培模式及效益分析	陈诗文	高 磊	郝德旺	等/452
稻田冬种禾本科牧草的草产量及光合生理特性研究	董召荣	史文娟	孟志伟	等/454
太湖地区稻田养分平衡与稻季氮素减量效应研究	沈明星	陆长婴	吴彤东	等/458

六、沼气工程模式

沼气产业在循环农业中的作用和地位	陈 豫	冯永忠	杨改河	/465
沼气技术与农业生产系统			杨世琦	/469
北京郊区生物质两种气站净产能评估与分析	胡艳霞	周连第	李 红	等/473
沼液滴灌技术的工艺探索与研究	孙钦平	刘本生	李吉进	等/479

七、污染控制技术

农田生态系统中重金属的循环与调控研究	曾希柏	苏世鸣	白玲玉	等/487
稻田—蓄水塘排灌单元 NP 径流模拟模型研究初探	卞新民	朱利群	焦瑞峰	等/495
富营养化水体养分循环利用研究	郑建初	盛 婧	朱普平	等/503
若干农艺措施对小麦镉污染修复效应的研究	邵 云	李春喜	姜丽娜	等/509
广东地区水稻田氮素径流流失特征研究	艾绍英	姚建武	李盟军	等/514
洞庭湖地区长期施肥条件下双季稻田生态系统净碳汇效应及收益评估	纪雄辉	彭 华	蔡立湘	等/521
湘江流域典型双季稻田不同 N、P 施用量的径流损失效应	石丽红	纪雄辉	李洪顺	等/529
有机肥源抗生素对设施菜地土壤—植物系统影响的研究动态	史 奕	赵牧秋	宋玉芳	等/536

八、循环农业机械化技术

华北两熟制农田全程机械化循环生产高效模式及配套机具研究	张西群	陈素英	胡春胜	等/543
基于嵌入式技术的精准减量施肥控制器设计		王 伟	彭彦昆	/548
农田精准减量施肥土壤肥力信息系统的建立过程	马晓蕾	徐 杨	彭彦昆	等/553
玉米苗期地膜回收机的设计	杨 丽	张东兴	侯书林	等/560
精准施肥土壤肥力数据处理及拟合方法的研究	马晓蕾	徐 杨	彭彦昆	等/566
奶牛场粪污回收系统技术发展现状	李林书	邓云鹏	蒋梅胜	/573
条垛翻堆机产品演变与发展趋势	赵明杰	郭景峰	马学良	等/576
东北玉米部分秸秆田间循环模式配套机具的研究	贾洪雷	李冠南	庄维林	等/581
油菜秸秆直接还田农机农艺配套技术研究	闫晓明	徐义流	张健美	等/587
“猪—沼—菜”生态种植机械化技术研究	孟宪清	赵惠宾	王琪玲	等/591

一、循环农业发展战略

坚持走中国特色的循环农业科技创新之路

高旺盛

(中国农业大学循环农业研究中心, 北京 100193)

摘要:本文提出了发展循环农业的五大基本原理和“4R”的技术原则,总结了近年来我国循环农业科技研究与实践,进一步明确了发展循环农业对国家社会发展的重要意义,总结形成了我国循环农业研究的基本体系,并提出了我国循环农业未来发展方向和技术研究重点。

关键词:循环农业;低碳经济;4R 原则;科技创新

循环经济概念引入我国迄今不过几年时间。中国的循环农业的研究无论从理论还是技术还处于初级阶段。关于循环农业的发展问题,在政府界、学术界和理论界有着不同的认识。有宽泛的概念,也有狭义的概念,有国际化的理解,也有国内的理解,因此如何进一步从理论和技术上把握循环农业,对指导循环农业发展非常重要。2007 年笔者基于初步理解和调查分析,曾发表了《论发展循环农业的基本原理与技术体系》(农业现代化研究,2007 年第 6 期)一文。此后,组织承担了国家科技部有关循环农业重大项目,在近两年实践研究基础上,结合当前国际循环经济与低碳经济理论,本文将进一步讨论适合我国国情的循环农业若干理论与技术问题,以期争鸣研讨。

1 关于循环经济与低碳经济的认识

1.1 二者相互联系但有不同

循环经济和低碳经济是近 10 年来由发达国家主导提出的旨在转变生产方式、生活方式的两个经济理论。这是我们进行循环农业研究必须考虑的共同理论基础。所谓循环经济,简而言之,就是改变过去我们产业的“资源—产品—废物排放”的单向线性发展模式,成为“资源—产品—废物再利用”的多次、多级、多梯度发展模式,这是循环经济的本质。它是从产业体系的角度,由废物回收这项技术发展逐步拓展为产业经济理论。低碳经济是进入 21 世纪以来英国首先倡导提出的概念。它的主导思想是针对传统的“高能耗、高污染、高排放”的不可持续经济发展模式而提出的,更宏观地强调了要走一条低能耗、低污染、低排放为基础的可持续绿色经济发展模式,核心是能源高效利用系统和减少气体排放。这两个概念提出的背景有所不同的,出发点也有差异,但都是围绕 21 世纪可持续发展战略理念的实践。可持续发展战略是全球共同追求的发展理念,我们要满足当代人类生活生产需要,不至于破坏后代人的生存与发展的资源环境,在这种情况下,包括循环经济,低碳经济等都是围绕这一个人类追求的核心发展理念展开。

从历史角度来看,20 世纪 60 年代前后,美国欧洲等发达国家生活富裕,追求环境优良成为人们关注的热点。循环经济理念出现的比较早,它出现在 20 世纪 70 年代之后,由美国等发达国家首先提出。其产生的重大背景是世界能源危机,导致对常规经济模式的反思。其核心关切是强调资源消耗与环境污染问题。低碳经济理念则最早出现于 2003 年的英国政府报告中,其实质是能源替代和新能源结构变革,倡导能源替代

基金项目: 十一五国家科技支撑计划“农田复合生物共生循环模式与技术研究”(2007BAD89B01)课题。

作者简介: 高旺盛,中国农业大学循环农业研究中心主任,教授,博士生导师,主要研究方向为保护性耕作与循环农业。E-mail: wsh-gao@cau.edu.cn。

战略,降低气体排放。从其产生的背景来看,最主要的事实是发达国家已经跨过了以高碳能源为主的发展阶段,进入后工业化阶段后需要保持其福利化发展,可以不依靠煤炭等高碳能源,转向依靠天然气、生物质能等。但发展中国家还要消耗钢材、水泥、石油等实现工业化。

在表 1 中,我们把这两个经济理念进一步从战略地位、技术领域、技术原则、技术重点、主导指标几点做了比较。从技术原则来讲,建设循环经济的基本原则是再利用、再循环、减量化,而低碳经济一般强调的是低能耗、低污染、低排放。从这个意义上讲,低碳经济是一个国家发展的第一层面战略目标,更加宽泛和宏观。发展循环经济则是实现低碳经济的途径。换句话说,低碳经济应当包括了低碳工业、低碳城市、低碳农业以及循环经济体系等。

表 1 循环经济与低碳经济概念的异同比较

项目	循环经济	低碳经济
战略地位	循环经济更主要是产业层次	国家发展的低碳化战略
技术领域	主要是废弃资源再利用	主要是能源替代与温室气体排放
技术原则	再利用\再循环\减量化(3R)	低能耗\低污染\低排放(3 L)
技术重点	物质循环产业体系\物质循环利用技术\物质循环制度建设	低碳可再生能源\低碳工业\低碳农业\节能产业\碳捕获和碳储存
主导指标	物质循环效率;能源利用效率以及废弃物排放量	人均碳排放;碳生产率;碳能源排放系数;能源利用效率

1.2 要辨别认识上的误区

关于循环经济认识方面,目前,有人认为只要循环发展就能实现“封闭式零排放的资源利用方式”。从科学角度来讲,只有在地球大循环的角度才有可能实现物质的封闭式循环。只要有人类的生存,物质生产循环是不可能实现闭合的。还有人认为“循环经济可以完全解决环境问题”。我认为,循环经济只可能解决整个资源利用全程中的废弃物循环利用的部分问题,而不是全部。循环经济的方式,只是对能源经济的一种矫正或者部分替代,不可能完全替代现有的经济模式。还有人认为:“只要实现循环利用,就必然可以实现循环可持续发展。”这种观点也是不完全、不全面的。实际上,在物质循环利用当中,不少废弃物再利用中存在重金属、二次排放等问题,也会产生新的非持续问题。同时,只有物质循环,如果没有经济效益,最终还是不持续的。

关于低碳经济的认识问题,美国华盛顿邮报最新报道指出:在全世界发达国家极力发展低碳经济的时候,各国都在承诺 2020 年将大幅度减少排放量。有气候经济专家分析认为,2100 年全球落实减排的投入超过 46 万亿美元,只是为了避免 1.1 万亿美元的气候变化带来的可能损失。经济模型分析表明,如果贸易自由加快则可以换回比减排获得最大好处高出 50 倍的全球利益。国外专家对此也有不同的观点。

由此来看,循环农业与循环经济、低碳经济新理论紧密联系,发展循环农业应当关注两大理论,并作为思考和研究循环农业的基本理论基础,但是,农业生产系统与典型工业系统、城市系统有本质不同,其循环经济体系建设必须研究与之相适应的理论和体系,不能生搬硬套,简单拘泥于仅按照工业化思路建立循环农业体系。

2 关于我国的循环农业理论体系问题

2.1 循环农业的概念与三大目标

我们认为,所谓的循环农业,是按照循环经济理念,通过农业系统的设计和管理,实现农业系统的“光热自然资源利用效率最大、购买性资源投入最低、可再生废弃资源利用最多、有害污染物排放最少”目标的农业模式。循环农业是实现农业低碳经济的重要途径。循环农业的技术目标是“一高两低”:资源利用高效率、物

能投入低消耗、污染物输出低排放。

2.2 循环农业的五大基本原理

农业生态系统的物质能量来源于自然以及人类的多元化、多途径、多通道,因此我们认为农业循环体系有其独特的规律。农业循环体系建设要形成生物主导循环体系和非生物主导循环体系耦合系统既要尊重经济规律,又要尊重自然规律。据此,我们提出了建立循环农业体系的五个基本原理:

第一,能量高效转化原理。循环农业既要依靠自然能源,还要依靠人工投入,要打破自然生态系统的能量“十分之一定律”限制,在技术上要突破如何提高农业各个循环环节的能量同化率,减少无效能散逸。

第二,生物互作循环原理。利用农业植物、动物以及微生物之间的物质竞争、互作等生态关系,建立物质内循环的复合生物体系,增加农业生物多样性,提高物质循环利用效率。

第三,物质高效循环原理。农业系统的物质循环是不完全循环,核心是提高物质利用效率,减少物质无效输出或有害输出。依靠农业物质输入的科学精准、生态安全的关键控制技术,实现减量化和无害化输入,要研究农业从种植—养殖—加工业等不同产业环节的物质高效利用新技术。

第四,产业链接循环原理。在技术上要开发产业加环、产业链接、防止二次排放等关键技术,构建适度多级、多层次的物质循环利用体系。

第五,生态经济协调原理。真正的循环农业必然是一种“经济高效、技术可行、生态安全、环境友好、社会接受”的可持续农业模式。

2.3 循环农业技术的“4R”原则

我们认为,循环农业技术体系构建要遵照“4R”原则:

(1)再循环化(recycle):一是光、热、水等可更新资源的生物内循环利用体系;二是农业与牧业、加工业等产业间物质循环链接体系。

(2)再利用(reuse):主要是建立对农业生产加工系统过程中,秸秆、粪便、废渣等可再生资源的多级再利用技术体系。

(3)减量化(reduce):主要是实现来自农业系统外部化肥、农药、机械等消耗化石能源的购买性资源的最少化投入体系。

(4)可控化(regulate):主要是解决农业系统温室气体以及物质淋洗流失等排放物质的最少输出控制技术。

2.4 循环农业的五大主导模式

从中国国情的角度,循环农业基本模式有五大类型:一是复合生物系统循环模式;二是农田秸秆直接还田循环模式;三是农牧产业链循环生产模式;四是农业废弃物再生利用循环模式;五是农业企业循环经营模式。这五大模式是符合中国国情的适宜模式。

3 我国循环农业科技研究与实践

循环农业近年来日益得到重视,2006年中央一号文件明确提出要发展循环农业。2007年及2008年的中央一号文件继续强调鼓励发展循环农业。科技部2007年起启动了“农田循环高效生产模式关键技术集成研究与示范”重点项目,开启了我国循环农业重大技术研究与应用的新的一页。该项目在全国14个省区展开试验与示范,初步建立了近50个不同类型的循环农业技术核心基地,面积近10万亩。参与各类人员达到1000多人,可谓声势浩大。目前,取得创新关键技术新制品、新机具、新工艺等申报专利79项,授权专利33项,国家和行业技术标准59项。发表论文350多篇。重点改造、创建不同地区、不同尺度、不同类型的各种单项循环农业技术模式65项,直接示范区800多万亩,辐射带动5000多万亩。循环农业模式平均节约成本增效5%~15%,农田能量效率提高10%以上,肥料减少5%~15%,农药减少20%~30%,秸秆当季利用率达到80%以上。节能减排效果明显。

3.1 在实践中进一步明确了循环农业的作用

面对全球气候变化的挑战,我国政府郑重承诺,到2020年单位GDP碳排放量减少40%~45%,为此要使非化石能源占一次能源消费比重达到15%左右。这是巨大的挑战。我国是水稻大国、养殖业大国以及化学品消费大国,如何能将农业率先走出节能减排路子,势在必行。发展循环农业意义重大。

(1)利用资源:为解决全国7亿t秸秆、40亿t畜禽粪便的“变废为宝、变弃为用、变害为利”走出一条高效路子。

(2)节能减排:为降低农业能源投入品消耗、减少农业温室气体排放,发展低碳农业率先做出重要贡献。

(3)支撑企业:有助于加快传统农产品加工企业和养殖企业的环保化,支撑农业企业实现技术升级,增强企业竞争力。

(4)带动产业:有助于支撑带动生物质能源、高效有机肥、食用菌等新兴产业发展。

(5)增加收入:有助于调整农业产业结构,增加农村就业机会,增加农民收入。

3.2 初步形成了我国循环农业研究的基本体系

初步形成了七大循环农业技术途径:①大力发展秸秆直接还田循环利用模式,增强碳汇功能。②积极推进减少化肥和农药使用量技术,减少碳排放。③发展农牧结合循环模式,减少污染,提高牧业竞争力。④大力发展农业—食用菌循环链,延长农田产业链,提高农民收入。⑤发展复合生物循环模式,增加生物多样性,提高农业自然资源利用效率。⑥发展农业生物质能源循环利用技术,培育新能源产业。⑦扶持企业型循环产业模式,实现农业节能减排产业化。

初步探索了五大关键技术重点:①常规循环农业模式的升级技术:如秸秆菌业设施化技术、稻田养鱼(鸭)模式标准化改造技术等。②循环农业体系中的生物技术:如农牧循环中的生物高效堆肥技术、秸秆菌业中的生物育种改良技术等。③循环农业体系的工程化技术:农牧结合企业循环设施工程技术、农村沼气能源循环生态工程技术等。④循环农业的高效产业化技术:循环模式与现代企业的链接模式、循环农业模式的产业化技术标准。⑤循环农业的精准化技术:循环农业体系的物质能量精准化检测、循环农业环境效益的精确化生命周期分析。

3.3 明确了循环农业未来发展方向

(1)现代化:循环农业技术要应用现代生物技术、信息技术、制造技术成果,加快常规循环模式改造与技术升级,循环农业是现代化技术形态,而不是回归到传统旧产业。

(2)高效化:这是决定循环农业能否长久发展的决定性因素。没有经济效益的理想循环模式最终是难以维系的。必须依靠科技建立经济效益高、有市场前景的循环农业体系。

(3)安全化:不能为循环而循环,而是要研究确定不同地区不同资源条件下,适宜的循环模式、适度的循环量,将循环农业建立在环境安全、资源许可的基础之上。

(4)产业化:循环农业最终要为农业种植业、养殖业、加工业提供技术支撑,而不仅仅是生态环境。要广泛与企业合作,提高效益。

4 未来我国循环农业技术研究重点

4.1 注重三大产业内部及产业之间的接口循环技术突破

(1)种植业:重点研究重要粮食作物和经济作物生产的“水、肥、药、能”的减量化技术、种植业废弃物的再循环利用及种植业污染物的综合防控技术;研究畜牧业和加工业废弃物在“回流”到农田的资源化再利用技术。

(2)畜牧业:重点研究重要畜禽品种生产的“节饲”技术、畜禽粪便的资源化综合利用技术以及温室气体排放、重金属和添加剂残留的可控化技术。

(3)加工业:重点研究主要农产品的多层次综合加工利用技术以及加工废弃物“回流”到种植业或畜牧业

的再利用技术。

4.2 突出循环农业十大共性关键技术研究创新

(1)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。

(2)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。

(3)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。

(4)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)技术以及畜牧业和加工业废弃物的“回田”利用技术,建立快速、省工、高效、适合主要农业生态系统的再生资源集成利用技术体系。

(5)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,重点研究种植业废弃物(秸秆、农膜等)的再利用技术(如栽培食用菌等);畜牧业(包括零散养殖和规模养殖方式)废弃物的再利用技术(如有机肥、食用菌、堆肥等利用技术);农村生活废弃物循环利用技术,尤其是农村生活污水处理技术、生活有机垃圾处理。

(6)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。

(7)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。

(8)农业有害生物的生态控制技术。通过对病虫草害的生态调控、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。

(9)温室气体及污染物减控技术。主要包括农业系统 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等控制技术、化肥污染修复技术、残留农药的微生物降解与植物修复技术、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、地膜的重复利用技术、回收技术、新型地膜研制等。

(10)农机化循环农业技术。重点研究节水、节地、节肥、节种、节药、节劳和节能等减量化机械;多茬复合机械作业,工厂化养殖机械作业等立体化种养循环机械;农产品初精加工机械作业等产业链延伸机械;干燥、发酵机械、残膜回收机械、秸秆回收运输等废弃物循环利用机械。

4.3 加强循环农业发展的支撑“软技术”研究

(1)区域循环农业发展规划关键技术:重点是 3S 技术、模型技术、网络技术在区域循环农业发展规划中的应用,优化发展模式。

(2)区域循环农业发展评价技术:重点研究各种生态经济学、发展社会学方法在区域循环农业发展模式评价中的应用,为区域发展模式选择提供科学根据。

(3)循环农业示范推广机制研究:研究建立起科技成果的转化与推广机制,这是将先进科学技术运用于循环农业的关键。

(4)循环农业政策框架设计:重点研究循环农业发展相关的政策、法律、宣传等。

结束语:发展循环农业是我们实现低碳经济目标的重要途径之一,它是一项系统工程,需要长期的坚持和研究,不能一蹴而就,也不是技术复古,而是要用现代的科学技术、现代的理念发展。循环农业并不十全十美,我们需要用科学技术去减少或弥补循环农业的不足。从我国农业目前发展的急迫需求来讲,循环农业必须从理念设计、概念讨论迅速转向应用于生产实际,应用于农业企业发展。中国的国情世界独一无二,我们既要借鉴国外关于循环经济、低碳经济的理论,同时要从我国国情出发,走中国特色的循环农业科技的发展之道。